

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL Y ACADEMICA DE BIOLOGIA



Manual de BOTANICA FANEROGAMICA









AREQUIPA - PERÚ

2012

CONTENIDO

INTRODUCCION 4
- TEMA 1. GENERALIDADES 4
- DEFINICION DE BOTANICA: 4
- Otras denominaciones de las fanerógamos 5
- DIVISIONES DE LA BOTANICA 5
- OBJETO E IMPORTANCIA DE LA BOTANICA 7
- Métodos de Estudio de la Botánica 7

CAPITULO 1. ALCANCES DE MORFOLOGIA VEGETAL 8
- Definición de Morfología 8
- Morfología del Desarrollo 8
- Procesos morfológicos 9
- Biomecánica 9
- Morfología teórica 10
- Morfometría 11
- Morfología adaptacional, funcional y ecológica 11
- Morfología Profunda y Comprensiva 11
- ORGANOGRAFIA VEGETAL 12

CAPITULO 2. ARQUITECTURA DE FANERÓGAMAS 13
- Análisis Arquitectural 13
- Unidades Constitutivas en Arquitectura Vegetal 13
- Niveles de Organización Arquitectural 14
- Conceptos de Arquitectura Vegetal. 15

CAPITULO 3. LA RAIZ 18
- Origen de la Raíz 18
- Partes de la Raíz 19
- Regiones de Crecimiento de la Raíz 20
- Raíces Secundarias 21
- Nódulos 21
- Micorrizas 21
- Funciones Básicas de la Raíz. 22
- Sistemas Radicales 23
- Clasificación de raíces 23
- Modificaciones y Adaptaciones de la Raíz 27

CAPITULO 4. EL TALLO 30
- Definición. 30
- Origen. 31
- Partes del Tallo. 32
- Sistemas de ramificación. 35
- Ramificación en Ramas. 36
- Formas de Crecimiento de Plantas Leñosas 37
- Clasificación de Tallos. 37
- Modificaciones de los Tallos 45
- Funciones del Tallo. 47
- Importancia del Tallo 47

CAPITULO 5. LA HOJA 50
- Filoma 50
- Origen 50

Partes de la hoja 56
Filotaxia: 58
CLASIFICACION DE LAS HOJAS 58
Modificaciones y adaptaciones de las hojas 77
Dimorfismo foliar 82
Funciones de las hojas 82
CAPITULO 6. FLORES E INFLORESCENCIAS 84
DEFINICIÓN 84
ORIGEN DE LAS FLORES 85
PARTES DE LA FLOR 86
Clasificación de las flores 106
Flores especiales 109
INFLORESCENCIAS 112
Formula floral. 118
Diagrama Floral 121
Funciones de la Flor 123
CAPITULO 7. FRUTOS Y SEMILLAS 128
Definición de Fruto 128
Partes del Fruto 129
Clasificación de los frutos 130
Definición de Semilla 139
Origen de la semilla. 139
Partes de la semilla 139
Estructura de la semilla 139
Clasificación de Semillas 140
Dispersión de las semillas 142
Germinación de las semillas 143
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 144

INTRODUCCION

TEMA 1. GENERALIDADES

DEFINICION DE BOTANICA:

De acuerdo con las revisiones realizadas en la actualidad podemos decir que la Botánica es la ciencia que estudia a los vegetales o plantas. (Aldave, 1992, Valla, 2007, Cavero & López, 2007). Proviene de la palabra griega **Botane** que significa "pasto o hierba", término que fue usado por Aristóteles, en la antigüedad queriendo señalar que la Botánica, era la ciencia que estudiaba a las hierbas. Sin embargo el termino mas apropiado para estudiar a las plantas en general seria el termino FITOLOGIA, ya que proviene de las voces griegas PHYTON que significa planta y LOGOS que significa tratado o estudio. Este termino estaría abarcando no solo al estudio de las hierbas sino de los arbustos, subarbustos y arboles. Además es la ciencia que se integra junto con la Zoología y la Antropología, para constituir las tres ramas fundamentales de la Biología.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA BOTANICA:

- Son seres autótrofos, fijos sobre la superficie terrestre
- Tienen grandes superficies exteriores
- Poseen crecimiento y tamaño ilimitado
- Se encuentran formados por células con paredes rígidas, presencia de cloroplastos, membrana plasmática trilaminar y grandes vacuolas.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA BOTANICA

El estudio de la Botánica, es importante puesto que las plantas verdes acumulan energía en forma de moléculas orgánicas de alto valor energético. De esta reserva de energía depende la vida de las mismas plantas, los animales y el hombre. La sustancia que mantiene este flujo de energía es la clorofila y se encuentra en los cloroplastos de las células vegetales.

ESTADO ACTUAL DE LA BOTANICA Y FINES

En la actualidad el estudio de la Botánica es fundamental para la conservación y el uso sostenible de los recursos vegetales y el desarrollo socioeconómico de las comunidades y la población en general. La Finalidad del estudio son las nuevas posibilidades de utilización de las plantas por parte de la humanidad para:

1. Obtención de productos aromáticos, medicinales, alimenticios e industriales.
2. Controlar plagas mediante plantas resistentes y obtención de mejores cosechas
3. Controlar las malezas de los campos de cultivos
4. Combatir la erosión a través de la forestación
5. Hacer uso de las plantas como indicadores de contaminación

OBJETIVOS DEL CURSO

1. Obtener suficiente información teórica y actualizada sobre los conocimientos generales de la Botánica en relación a su morfología, taxonomía y sistemática de las plantas superiores
2. Correlacionar las características morfológicas con las funciones y adaptaciones que cumplen los diferentes órganos de las plantas superiores.
3. Valorar la importancia de los caracteres organográficos, para establecer los diferentes grupos taxonómicos y la filogenia de las plantas superiores.

CONCEPTO DE BOTANICA FANEROGAMICA

La botánica Fanerogámica proviene de la palabra Faneros que significa visible; gamos= órganos) se encarga del estudio de las plantas vasculares que han desarrollado órganos reproductores visibles, en el caso de estas plantas hablamos de las flores y frutos.

Otras denominaciones de las fanerógamas

Antofitas palabra que proviene del griego *Anthus* = flor y *Phyton* = planta; es decir plantas con flores
Cormofitas porque presentan Cormo, el conjunto de raíz, tallo y hojas muy bien definidas
Embriofitas, porque luego de la unión de los gametos se forma un embrión que dará origen a una planta completa;
Espermatofitas (del griego *Sperma* = semilla; *Phyton*= Planta); es decir plantas con semillas y por ultimo también se les denomina **Plantas superiores.**

DIVISIONES DE LA BOTANICA

De acuerdo a Vallas (2007) la ciencia denominada Botánica se divide en Botánica pura o teórica y en Botánica aplicada; a continuación se presenta una síntesis del campo de acción de cada una de las divisiones y subdivisiones de esta ciencia.

Botánica Pura o Teórica: estudia a las plantas desde el punto de vista teórico y aclara los problemas que se presentan al estudiar la botánica aplicada, se divide en:

Botánica General y Botánica Especial

1. **Botánica General**: Estudia los caracteres morfológicos y fisiológicos de las plantas. Comprende: Morfología Vegetal, Fisiología Vegetal, Embriología vegetal, Ecología Vegetal, Fitopatología, Teratología, Citología y Palinología.

1.1. **Morfología Vegetal**: Estudia las formas de los órganos vegetales y se divide en: Anatomía y Organografía.

1.1.1. **Morfología Interna o Anatomía:** Se ocupa de las estructuras internas macroscópicas y microscópicas de los órganos de las plantas, se auxilia de la Histología Vegetal

1.1.2. **Morfología Externa u Organografía:** Se ocupa de la descripción del aspecto externo de las plantas como la forma de disposición, arquitectura y estructuras de los órganos de las plantas. En el presente curso nos ocuparemos de este tema.

1.2. **Fisiología Vegetal**: Estudia el funcionamiento de los órganos y tejidos vegetales de las plantas, su campo de acción se relaciona con la bioquímica y la biología molecular.

1.3. **Embriología Vegetal:** estudia el desarrollo embrionario y su morfogénesis. Se auxilia de la anatomía e histología y se divide en Ontogenia y Filogenia Vegetal

1.4. **Ecología Vegetal:** Se encarga del estudio de la relación entre los seres vivos y su adaptación con el medio ambiente.

1.5. **Fitopatología:** Considera las causas de las enfermedades de las plantas.

1.6. **Teratología:** Estudia las anomalías y monstruosidades que pueden aparecer en el organismo vegetal.

1.7. **Citología:** Estudia los aspectos en relación a la Célula Vegetal

1.8. **Palinología:** Estudia el polen, esporas y diásporas de los organismos vegetales

2. **Botánica Especial:** Se refiere a las plantas en particular y a las entidades de que forman parte (ordenes, familias, especies, etc.). Está integrada por:

2.1. **Botánica Sistemática:** la sistemática implica ordenar, agrupar a los vegetales según un sistema de clasificación, implica la Fitogenética y Etnobotánica,

2.2. **La Taxonomía Vegetal** tiene por objeto agrupar a los seres vivos que presentan semejanzas entre si y muestran diferencias con otros seres vivos, por lo que cada grupo de plantas presenta una disciplina propia: entre ellas: Liquenología, Briología, Pteridología, Fanerogamía

2.3. **Paleontología:** denominada también Paleontología Vegetal estudia las plantas fósiles y su evolución a través del tiempo, además hace inferencias sobre la forma y el ambiente en que se desarrollaron (Paleobotánica).

2.4. **Fitogeografía:** conocida como geografía botánica o geobotánica, se ocupa de establecer y determinar la distribución de las plantas sobre la Tierra.

Botánica Aplicada: Parte de la botánica que trata de utilizar los conocimientos fundamentales de las plantas para aplicarlos en la satisfacción de las necesidades humanas

1. **Botánica Agrícola:** El objeto de esta disciplina es mejorar la calidad de los procesos de la producción agrícola fundamentada en principios científicos y tecnológicos.
2. **Botánica Forestal:** Rama de la botánica que estudia los aspectos del aprovechamiento de un árbol, estudia las especies madereras, involucra a la Silvicultura.
3. **Jardinería:** Se ocupa de las especies ornamentales.
4. **Horticultura:** Proviene del latín *Hortus* (huerta, planta, jardín) y de *Cultura* (cultivo), se ocupa de las plantas cultivadas en huertos u hortalizas.
5. **Botánica Medica o Farmacognosia:** la ciencia que se ocupa del estudio de las drogas o sustancias medicamentosas de origen vegetal, estudia tanto las sustancias toxicas como la terapéuticas.
6. **Etnobotánica:** Se ocupa de la recuperación, estudio y puesta en práctica de los conocimientos ancestrales y tradicionales de las plantas.

Para resumir el aspecto de las divisiones de la botánica presentamos la siguiente figura:

- BOTÁNICA
  - BOTÁNICA APLICADA
    - BOTÁNICA AGRÍCOLA
    - BOTÁNICA FORESTAL
    - JARDINERIA
    - HORTICULTURA
    - BOTÁNICA MEDICA
  - BOTÁNICA PURA
    - BOTANICA ESPECIAL
      - SISTEMÁTICA
      - TAXONOMÍA
      - PALEONTOLOGÍA
      - FITOGEOGRAFÍA
    - BOTÁNICA GENERAL
      - MORFOLOGÍA
      - ECOLOGÍA
      - EMBRIOLOGÍA
      - FISIOLOGÍA
      - FITOPATOLOGÍA
      - TERATOLOGÍA
      - CITOLOGÍA
      - PALINOLOGIA

OBJETO E IMPORTANCIA DE LA BOTANICA

El objeto de estudio de la Botánica son las plantas, es importante por los siguientes aspectos:

Aspecto Didáctico:
Nos permite entender la naturaleza a través de la observación y comprensión de la misma.

Aspecto filosófico:
Nos permite entender las relaciones y niveles de parentesco entre grupos, y como seguirán evolucionando en el tiempo.

Aspecto Práctico:
La comprensión y el conocimiento de la botánica nos permitirán aplicar estos conocimientos en beneficio de quienes dependen de las plantas

Métodos de Estudio de la Botánica

Como en otras disciplinas científicas, la botánica se apoya en la observación y la experimentación para comprender los fenómenos y procesos que se presentan en las plantas y sobre todo descifrar la información contenida en estos seres.

Observación.
Consiste en la medida y registro de los hechos observables, sin la influencia de opiniones o emociones

Experimentación.
El estudio de un fenómeno, reproducido de manera controlada, con el objeto de evaluar variables que puedan influir en el.

CAPITULO 1. ALCANCES DE MORFOLOGIA VEGETAL

Definición de Morfología

Se define a la morfología de una manera simple como la forma y aspecto de un organismo; en el caso de la Botánica sería el estudio de la Estructura y disposición de los órganos en la planta, por lo que se le denominaría también organografía vegetal.

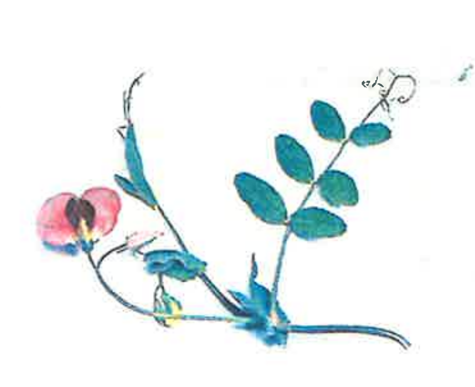


Fig. 1 Rama de ***Pisum sativum*** L. "arverja"



Fig.2. Habito de ***Oxalis tuberosa*** L. "oca"

De acuerdo a Troll (cit. Vallas, 2007), la finalidad del estudio morfológico es el esclarecimiento de las homologías, es decir la comprensión de los planes estructurales de las plantas y sus variaciones.

¿Qué es entonces la morfología? Aunque los morfólogos pueden encontrar dificultades para definirla (Weber, en prensa), desde una perspectiva simple menciona que es la forma y aspecto de un organismo por ej. su estructura. Los conceptos para atributos morfológicos pueden también incluir tipos naturales "cosas que juegan un rol en una ley de la naturaleza" ej. Evolución (Wagner, 2001), o "una unidad que juega un rol mecánico en un proceso" (Wagner, 2001). Hay diferentes tipos de morfología y diferentes niveles del entendimiento morfológico. En un extremo tenemos "la morfología simple" (Weber, en prensa), por ej, tomando la estructura fácilmente observable tal como la usada para descripciones, claves, en los trabajos florísticos. Esta es ciertamente diferente de la morfología usada para el desarrollo o para el análisis filogenético. Es importante, por lo tanto, decidir el nivel apropiado para responder a cada tipo de pregunta. La morfología simple puede todavía ser adecuada para algunos propósitos de comunicación, pero esto ciertamente no es muy apropiado para entender las relaciones entre las plantas.

Morfología del Desarrollo.

La morfología del desarrollo es importante para revelar el origen de estructuras, así como •para precisar conceptos de homología (Gleissberg; Leins & Erbar). Esto sería ideal si tuviéramos secuencias de desarrollo para todos los caracteres morfológicos y los estados usados en la sistemática de plantas, pero ese logro permanece aún en un futuro lejano. Un ejemplo del Oso del desarrollo, para ir más allá de la morfología "simple", puede ser ilustrado con *Dicraspidia donnel-smithii* (Muntingiaceae). En esta especie,

las estructuras largas en la base de las hojas han sido tradicionalmente vistas como estípulas. A partir de investigaciones de desarrollo (Gafaar & Weber, 2001), sin embargo, ha sido revelado que son profilos. La posición (entre el primordio foliar y el eje del profilo vs. estípulas sobre ambos lados del primordio foliar) y el momento del desarrollo (tarde vs. temprano) revela su verdadera naturaleza, es otro ejemplo enfático de la importancia del entendimiento de los efectos ontogenéticos, antes de seleccionar caracteres y estados para propósitos sistemáticos. En *Chaerophyllum bulbosum* Fam. Apiaceae; (Clapen-Bockhoff, 2001), la proporción de flores masculinas versus flores femeninas en las umbelas de esta especie, cambia desde las umbelas de primer nivel (25% masculinas, 75 % femeninas), al segundo nivel (70% masculinas, 30 % femeninas) y sobre el tercer nivel (95 % masculinas, 5 % femeninas). Estas diferencias pueden también ser vistas como un ejemplo de efectos posicionales o coacción arquitectural (Diggle), en el cual el tipo de patrón de desarrollo puede ser modificado por el contexto, arquitectural de un órgano particular de la planta. Observando sólo el carácter particular de interés no es suficiente-el contexto de desarrollo morfológico debe ser también considerado. Estudios que combinan análisis de desarrollo de estructura, con el intento de relacionarlos con procesos evolutivos, especialmente con la selección, han sido nombrados Evo/Devo (Bang. et al., 2002). A pesar de las promesas obvias de este acercamiento, todavía resta mucho por hacer, especialmente a nivel molecular (Gleissberg). Importantes indicios se han obtenido con el modelo genético MADS-Box para una interpretación de la morfología floral (1-Lonma & Goto, 2001), pero esto claramente no es una explicación completa de este fenómeno (Theißen, 2001).

Procesos morfológicos

La visión usual de desarrollo es que un proceso produce una estructura, y que el proceso es dinámico y la estructura estática. El desarrollo es visto, por lo tanto, como el significado y la estructura como el fin. Sería también posible, de todas maneras, observar estructuras como estadios simples del desarrollo, por ej. no estático sino cambiando constantemente uno dentro del otro. Desde esta perspectiva, la estructura es dinámica y es, por lo tanto, no es diferente del proceso (Weston, 2000). El mayor proponente de este punto de vista, Ralf Sattler (1990, 1991, 1994), ve a los organismos no como estructuras que se desarrollan a través de procesos de desarrollo, sino más bien como procesos de desarrollo. No obstante, una intriga de este punto de vista es, que podría argumentar hacia el otro extremo, que no hay una cosa tal como proceso sino sólo estructura. Tal vez, tiene más sentido adoptar el punto central donde las estructuras existen e interactúan en caminos llamados procesos. Esto es consistente con una mirada puramente física del mundo siguiendo las divisiones de la teoría fisicoquímica (Harrison en McGhee. 1999), la cual comprende estructura, equilibrio y quinesis". Hay seguramente muchos procesos biológicos que implican estructura Z por ejemplo, procesos genéticos que involucran transcripción y epístasis, procesos fisiológicos que involucran metabolismo, morfogénesis, y plasticidad (incluyendo desarrollo y fenotipo), y procesos evolutivos de diferenciación poblacional, adaptación, especiación, e hibridación. El problema adicional existente es que a pesar de que uno entienda las estructuras y como ellas interactúan en los procesos, hay ciertas características que emergen a estadios diferentes, que son dificultosas de predecir desde las estructuras básicas de ellas mismas (las llamadas "cualidades emergentes").

Biomecánica

La biomecánica busca describir aspectos del mundo biológico, incluyendo la morfología a través de conceptos ingenieriles (Niklas, 1986, 1992, 1997; Spatz et al., 1997; Roble & Speck, 1996). Los estudios biomecánicos son necesarios no sólo para proveer explicaciones adaptativas para diferencias anatómicas

entre taxa, sino también para evaluar más cuidadosamente como los caracteres y los estados deberían ser delimitados para permitir los máximos indicios evolutivos. Un buen ejemplo está dado por los estudios sobre la estructura de tallos de ***Equisetum*** (Speck et al., en prensa). Análisis estructurales detallados sobre diferentes tipos de tejidos en este género, su disposición en el tallo, y con énfasis en sus medidas, se combinan para proveer una mirada física de las adaptaciones en los diferentes hábitats. Similar a la biomecánica, la morfología constructiva se apoya en aspectos físicos para postular (e investigar) que la forma orgánica ha resultado de la coacción de lo "fabricacional" (morfogenética), lo funcional (adaptacional) y lo histórico (filogenético) (Seilacher, 1974).

Morfología teórica

La morfología teórica tiene dos objetivos principales:

(1) simulación de los aspectos principales de la forma con un número mínimo de parámetros geométricos, o con la simulación del próceso morfogenético en sí mismo que produce la forma (por ej., la creación de modelos teóricos de morfogénesis)
(2) la construcción de n-hiperespacios geométricos dimensionales llamados morfoespacios teóricos, y usándolos para entender la evolución de la forma orgánica.

El primer objetivo, intenta haber sido hecho para proveer fórmulas matemáticas que describan observaciones de patrones de desarrollo morfológico; Los algoritmos de computación son creados para calcular diferentes supuestos de crecimiento y desarrollo, estos atraviesan muchas iteraciones, y sus resultados son comparados con estructuras observadas. Las explicaciones adaptativas también pueden ser intentadas. Como mínimo, tales simulaciones pueden ayudar a sugerir estructuras de desarrollo coactivas en la evolución de la forma. Esto ha sido hecho más comúnmente en animales, dado que tienen sistemas de desarrollo más cerrados, tal como, los caracoles con espirales definidas y patrones marcados (Thompson, 1961; Raup & Michelson, 1965; Raup, 1966; Gould, 1971). Debido al carácter modular que presentan las plantas, sin embargo, tales análisis son más dificultosos. Se han enfocado esfuerzos para interpretar patrones de ramificación (Horn, 1971; Niklas & Kerchner, .1984) usando ángulos de ramas, ángulos de rotación, y la probabilidad de la terminación de ramas, más modelos computarizados, e interpretarlos ecológicamente (por ej. eficiencia fotosintética). Yendo un paso más allá, son usadas dimensiones fractal para explicar (o describir) tales formas (West et al., 1999), pero la correlación entre fractal y la morfología observada no es fácil de establecer (menos en un contexto adaptativo). Un acercamiento teórico más allá es el análisis de reconstructibilidad, el cual en metodologías de sistemas generales involucran la descomposición de todos en partes y la composición de partes en todos (Zwick, 2001).

El segundo objetivo de la morfología teórica intenta describir morfoespacios. En sistemática, los morfoespacios han sido largamente usados de manera simple, por ejemplo, para intentar estandarizar descriptores cualitativos para la forma de la hoja, que datan desde Linnaeus (1751). Más recientemente, nosotros hemos intentado descripciones cuantitativas más precisas de formas planas, tales como hojas, pétalos, sépalos, etc. Acercamientos más complejos están siendo desarrollados, por Hufford & MacMahon (en prensa) mostrando como una dimensión de morfoespacio sola puede ser mejor entendida por la correlación con una estructura cladística de un árbol filogenético desarrollado con otros datos.

Morfometría

La morfometría tiene que ver con la cuantificación precisa de factores morfológicos. Estudios numéricos para describir la diversidad y valorar las relaciones, fue aceptado en la sistemática tal es el caso de la taxonomía numérica en los finales de 1950 (Michener & Sokal, 1957) y en los tempranos 1960 (Sokal & Sneath, 1963) y se involucran con lo que eventualmente es conocido como fenética en los 1970 (Sneath & Sokal, 1973). Este cuantitativo, condujo a popularizar en los 1980 a otra escuela precisa de clasificación, la cladística, la cual enfatizó perspectivas teóricas basadas en holofilia y sinapomorfia, ambas heredadas de Hennig (1966) y otros investigadores. Aproximaciones numéricas para describir morfología e intentar determinar relaciones, basadas en la fenética temprana (y los más recientes) algoritmos, han persistido en morfométricos. La morfometría es usada más a menudo, para buscar patrones de relaciones en los niveles más bajos de la jerarquía taxonómica, donde es difícil y a veces imposible, el reconocimiento intuitivo de los patrones de mosaicos, y en los cuales los conceptos de la holofilia son inapropiados (Gengler & Nowak, 2002; Jansen et al., en prensa).

Morfología adaptacional, funcional y ecológica

Estos tres tipos de morfologías buscan entender que están realmente haciendo estas estructuras en el organismo, y los papeles ecológicos que ellas juegan en la reproducción y la supervivencia. La morfología funcional intenta explicar la función de la forma orgánica, y como ésta puede solaparse con la morfología teórica. En sistemática, la morfología adaptacional es importante porque puede ayudar a explicar qué factores han co-desarrollado y/o son correlativos funcionalmente, y por lo tanto, carecen de sentido para los propósitos de los análisis sistemáticos y filogenéticos. Si nosotros entendemos los complejos adaptativos, tal vez podamos más apropiadamente pesar (o de otra manera manejar) los caracteres para un análisis evolutivo más profundo. Décadas atrás, hubo una reacción negativa contra la interpretación de la morfología como adaptación (Gould & Lewontin, 1979), que tuvo un efecto negativo sobre las investigaciones de adaptación. De todas formas, una perspectiva más equilibrada está ahora surgiendo (Rose & Lauder, 1996), en botánica, a pesar que pocos intentos han sido hechos para entender adaptaciones, debido en gran medida a la dificultad para entender como las plantas viven y se reproducen. El desafío para los botánicos, ciertamente, es elaborar hipótesis adaptativas para estructuras que pueden ser subsecuentemente chequeadas a través de correlación y experimentos efectivos.

Morfología Profunda y Comprensiva

Considerando la transferencia de información con respecto a las estructuras y los procesos en un organismo. La información básica esta contenida en el ADN (o ARN), codificada en proteínas, las cuales tienen roles en metabolismo primario y secundario, luego, la importancia estructural, subsecuentemente impacta en estructuras citológicas y anatómicas, y finalmente en el fenotipo externo. Las interacciones entre los niveles de organización son extremadamente complejas (Stebbins, 1977). En la tabla se trata de bosquejar los niveles de transferencia de información y sintetizar las posibles conexiones en los niveles de organización de los organismos.

NIVEL 1	MACROMORFOLOGIA Estructura externa del organismo
NIVEL 2	MICROMORFOLOGIA Citología, Anatomía, Embriología, Palinología
NIVEL 3	MORFOLOGIA DEL METABOLISMO Proteínas, Metabolismo Primario y Secundario
NIVEL 4	NANOMORFOLOGIA ADN, ARN,

ORGANOGRAFIA VEGETAL

Disciplina que estudia los órganos de las plantas superiores, es decir forma, tamaño, color, disposición, relaciones que guardan entre sí y su estructura interna.

Los órganos pueden clasificarse según:

Origen

1. **Homólogos:** con un origen común, en la madurez presentan morfología y estructura distinta.
2. **Análogos:** de morfología idéntica, pero con una estructura anatómica y origen diverso.
3. **Rudimentarios:** órganos que pierden su función, se atrofian o cambian de forma.

Función

1. **Vegetativos:** aquellos que cumplen funciones básicas de las plantas que les permite crecer y desarrollarse.
2. **Reproductores:** Encargados de perpetuar a las especies, se trata de órganos muy especializados

Simetría

1. **Ortótropos:** Órganos que presentan crecimiento vertical y son por lo común simétricos radialmente (actinomorfos).
2. **Plagiotropos:** Órganos cuyas partes se disponen simétricamente a un lado y otro de un plano, crecen perpendicular u oblicuamente a la vertical y son dorsiventrales (zigomorfas).
3. **Asimétricos:** Órganos que carecen de simetría, con hojas y flores asimétricas o irregulares

CAPITULO 2. ARQUITECTURA DE FANERÓGAMAS

Análisis Arquitectural

La arquitectura de una planta es el resultado del funcionamiento de sus meristemas (Tourn et al. 1999), queda determinada por el número, tamaño y disposición relativa de sus ejes vegetativos aéreos y subterráneos (Hallé & Oldeman 1970), y por la reorientación activa que estos ejes puedan sufrir en el medio en el cual se desarrollan (Bell 1994). Es la expresión de un equilibrio entre el programa de desarrollo endógeno y las acciones ejercidas por el ambiente (Edelin 1984).

El objetivo del análisis arquitectural es identificar esta secuencia endógena de desarrollo y diferenciarla de los efectos debidos a la influencia del medio (Puntieri et al. 1995). Para ello es necesario lograr la síntesis del patrón de desarrollo a partir de la observación de las características morfológicas de sus unidades estructurales y de la determinación de la secuencia de diferenciación ontogénica de éstas (Puntieri et al. 1995). Este enfoque morfológico es dinámico y global (Blaise et al. 1998) y abarca desde la germinación hasta la muerte del individuo (Edelin 1984).





Unidades Constitutivas en Arquitectura Vegetal

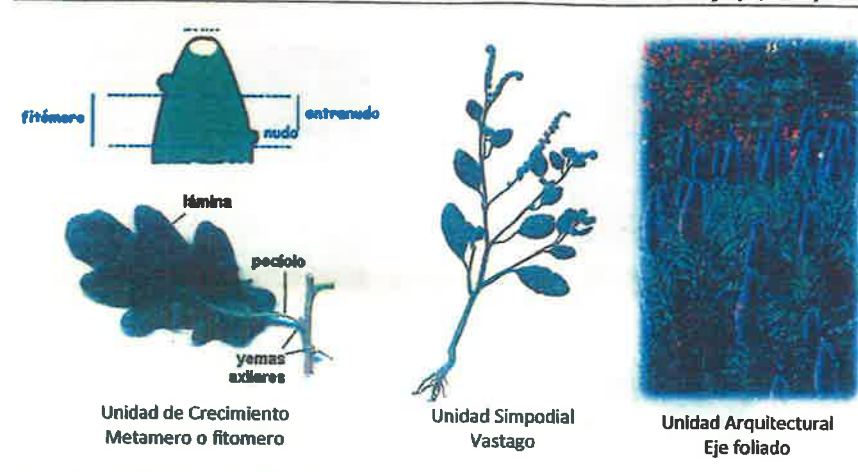
La actividad repetitiva es propia de los procesos morfogénicos. Según Barlow (1989, 1994) esta actividad rítmica resulta de la producción de tres tipos fundamentales de unidades constitutivas. La célula (fig. a), es la primera, que por su capacidad de autodividirse resulta en el establecimiento del meristema; el funcionamiento y mantenimiento de esta unidad da origen al metámero, el segundo tipo de unidad constitutiva (fig. b.). Los metámeros y sus meristemas asociados participan en la construcción del módulo (fig. c), el tercer tipo de unidad. La combinación de módulos construye un nivel más alto de organización: el sistema de vástagos y el sistema de raíces (fig. d.).

Estas variaciones en los módulos están dadas por: características de los entrenudos (número y distribución espacial de los distintos tipos), dirección del crecimiento (ortótropos o plagiótropos) y tipos de vástagos asociados a ellos, sucesión foliar, sucesión de distintos tipos de metámeros a lo largo de los ejes, momento en que las yemas desarrollan (vástagos silépticos o catalépticos), momento en que las yemas desarrollan inflorescencias o detienen su crecimiento, desarrollo intra o extravaginal de las ramificaciones (de aplicación limitada a algunas monocotiledóneas) y potencialidad de cada metámero de formar un nuevo módulo por ramificación.

La combinación de los tipos de módulos presentes en una planta determina diferentes patrones estructurales y conforma el sistema de vástagos de la planta (Barlow 1994). Este autor considera que el análisis de la estructura vegetal como sistema provee las herramientas necesarias para lograr una representación formal, a través de modelos abstractos, del comportamiento de las plantas.

Niveles de Organización Arquitectural

La unidad de construcción de la planta que repetidamente ha probado tener valor en la elucidación de su estructura es el meristemo apical y la estructura que él desarrolla: el eje foliado (Bell 1994). A partir de esta unidad formada por subunidades menores (metámeros) se basan el estudio de la arquitectura vegetal (Barthélémy 1991), ya que un sistema ramificado puede ser descrito en términos de jerarquía de unidades de orden sucesivo (Bell 1993). Esto involucra la repetición e integración de varios niveles de organización como ser la unidad de crecimiento el metámero, la unidad simpodial, el vástago anual y la unidad arquitectural el eje foliado (Barthélémy 1991).



Unidad de Crecimiento
Metamero o fitomero

Unidad Simpodial
Vastago

Unidad Arquitectural
Eje foliado

Conceptos de Arquitectura Vegetal.

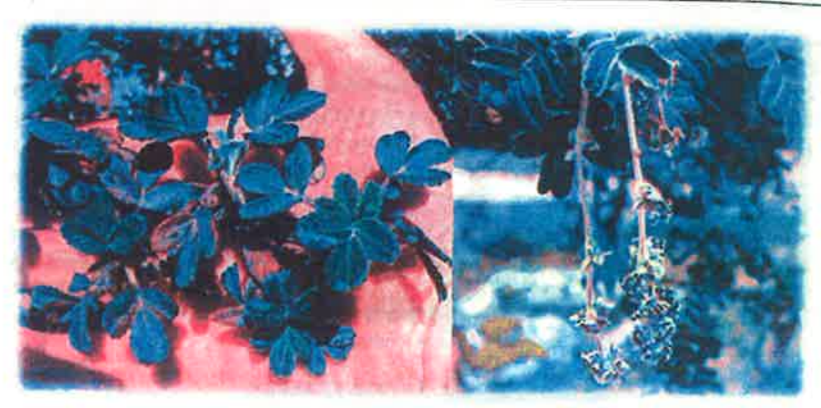
Existen tres conceptos básicos y fundamentales para la arquitectura vegetal, ellos son: modelo arquitectural, unidad arquitectural y reiteración. El modelo arquitectural representa la estrategia de crecimiento global de la planta (Tourn et al. 1999). Se define como la serie de estructuras espaciales (arquitecturas) formadas por la planta durante el crecimiento en un ambiente no traumático (Blaise et al. 1998) y es fundamentalmente un concepto dinámico que se representa a través de una secuencia de esquemas (Tourn et al. 1999).

El modelo

Resulta de la combinación de diferentes tipos de ejes con características morfológicas básicas de fácil observación en campo, como son: tipo de crecimiento, tipo de ramificación, distribución de las ramas en la entidad portadora, filotaxis, orientación de los ejes en el espacio, y la presencia o ausencia y posición de las estructuras sexuales (Barthélémy 1991).

Si bien el número de combinaciones teóricas es alto, sólo existen alrededor de 23 modelos en la naturaleza, que se aplican indistintamente a especies herbáceas y arbóreas, tanto tropicales como templadas, y a taxones actuales o extintos (Tourn et al. 1999). Los modelos no son más que los programas de crecimiento más frecuentes adoptados dentro de un continuum arquitectural (Tourn et al. 1999).

Los patrones de crecimiento definidos por estos modelos están determinados genéticamente, su expresión sólo es afectada ante condiciones ecológicas extremas (Barthélémy et al. 1995). Esta clasificación posee fundamentalmente un interés teórico (Barthélémy 1991).



Ejemplo del modelo arquitectural con hojas de origen caulinar e inflorescencias en racimo de *Polylepis*.

La unidad arquitectural

Caracteriza la arquitectura elemental de la especie y permite describir completa y precisamente una planta; es la expresión específica del modelo (Barthélémy 1991). A medida que la planta se desarrolla se establecen jerarquías entre los distintos ejes producidos, donde cada una es identificable por sus características propias. La descripción de todas las categorías de ejes, la forma en que se derivan unas de otras y su disposición relativa al momento de la aparición de las estructuras reproductivas es la unidad arquitectural (Barthélémy & Caraglio, 1991).

Es por esto que su identificación necesita de una completa diagnosis de los aspectos morfológicos y funcionales de todas las categorías de ejes que se pueden reconocer en cada uno de los estadios de crecimiento (Tourn et al. 1999). La arquitectura elemental se mantiene estable en sus aspectos cualitativos en todos los ambientes donde se desarrolla la especie. En otras palabras, el modelo correspondería al modo de crecimiento; mientras que la unidad arquitectural es el detalle de todos los tipos de ejes presentes.



Ejemplo de unidad arquitectural con ramificación mixta (monopódica y simpodial) en *Polylepis rugulosa* Bitter.

Reiteración

Luego de la expresión de su unidad arquitectural, el crecimiento ulterior de la mayoría de las plantas se realiza a través de la formación de tipos de ejes ya representados en alguna etapa previa del desarrollo (Puntieri et al. 1995). Esta repetición parcial o total de la arquitectura elemental (unidad arquitectural) durante la ontogenia se conoce con el nombre de reiteración y es el mecanismo esencial por el cual se construye la copa en la mayoría de los árboles (Barthélémy 1991); este proceso también puede producirse en respuesta a traumatismos o a situaciones ambientales cambiantes (Tourn et al. 1999). El resultado de este proceso se denomina complejo reiterado y provoca una modificación importante de la arquitectura base. Cada especie expresa su propia estrategia reiterativa de acuerdo a su arquitectura elemental (Barthélémy 1991). Algunas especies, sobre todo anuales, carecen de este proceso siendo la planta equivalente a la unidad arquitectural y no a un complejo reiterado.



Ejemplo del complejo reiterado, es decir la repetición del modelo en *Polylepis rugulosa* Bitter

El análisis arquitectural permite una verdadera cartografía de la estructura vegetal, y prepara el terreno para un análisis más profundo de tipo cuantitativo (Tourn et al. 1999); el que permite la medición y modelización del crecimiento en función de las unidades estructurales que conforman la estructura del vegetal (Godin et al. 1997; Blaise et al. 1998).

Estos modelos de crecimiento describen el funcionamiento de los meristemas a través de procesos estocásticos (De Reffye et al. 1991), de esta forma contemplan las variaciones intra e interindividuales debidas a procesos aleatorios, lo cual les permite simular la variabilidad de las poblaciones naturales (Puntieri et al. 1995).

Se logra una simulación de la dinámica poblacional, ya que cada módulo dentro de la población tiene su propia edad, o estado, una probabilidad específica de sobrevivir o reproducirse, y una distribución estadística propia para cada parámetro de crecimiento (Callaghan et al. 1990).

CAPITULO 3. LA RAIZ

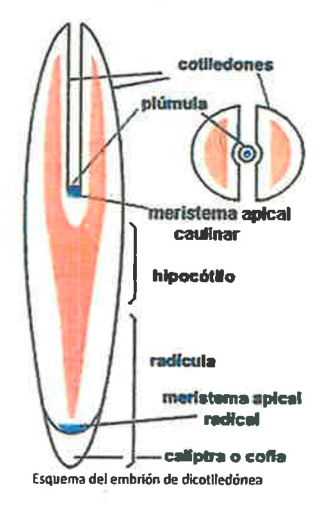


La raíz es un eje de crecimiento ilimitado que se hunde en el sustrato (geotropismo +) y que carece de clorofila, estomas y cutícula, no desarrollan nudos y entrenudos, ni apéndices foliares, fija la planta al sustrato y absorbe nutrientes en disolución.

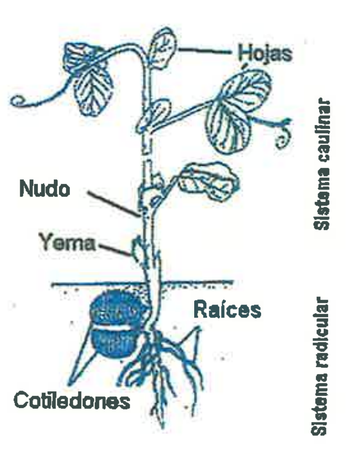
Origen de la Raíz

La radícula o raíz embrionaria situada en el polo radical del embrión origina la raíz primaria después de la germinación.

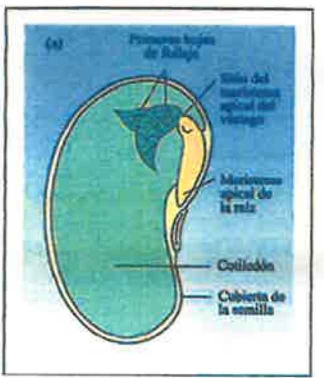
La raíz se origina a partir de la radícula del embrión, o polo radical del eje embrionario, y se conoce como «raíz principal» o «raíz primaria». Es la primera de las partes del embrión que se desarrolla durante la germinación de la semilla. La radícula, entonces, con una cubierta en su punta llamada coleorriza, se desarrolla originando la raíz primaria con su tejido de protección en el ápice, denominada caliptra, cofia o pilorriza. La radícula crece y se fija al suelo desde los primeros estadios, de este modo se garantiza el posterior crecimiento y desarrollo de la planta. En las plantas monocotiledóneas, la radícula aborta en estados tempranos de desarrollo, por lo que el sistema radical está conformado por raíces que surgen de la base del tallo, las que —por ese motivo— se denominan raíces adventicias



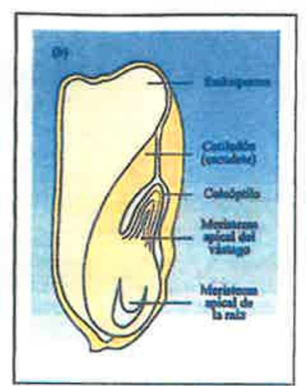
Esquema del embrión de dicotiledónea



Desarrollo a los 5 días de una plántula de frejol

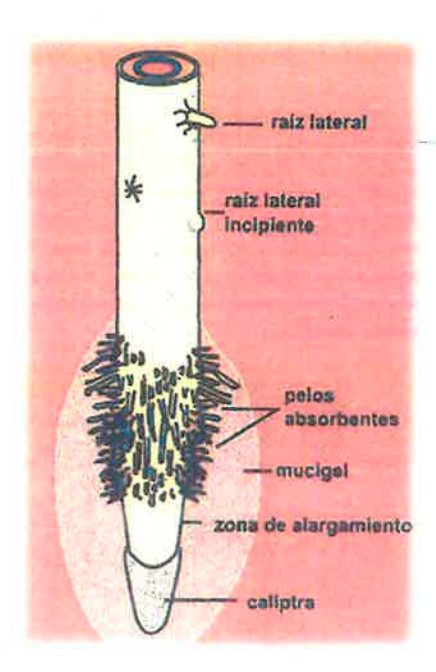


Esquema de la semilla de dicotiledonea



Esquema de la semilla de monocotiledonea

Partes de la Raíz



1. ***Cofia o Piloriza.***
Se encuentra en el ápice protegiendo al meristemo apical o pro meristemo radicular, ayuda a penetrar el suelo cuando la raíz está en crecimiento, las raíces acuáticas carecen de cofia.

2. ***Zona de alargamiento o elongación.***
Zona glabra de 1-2 mm de longitud, en raíces aéreas de *Rizophora mangle* sobrepasa los 15 cm de longitud.

3. ***Zona pilífera.***
Región de los pelos absorbentes, es el lugar donde se realiza la absorción del agua y nutrientes.

4. ***Zona de ramificación.***
Región sin pelos, donde se forman las raíces laterales. Se extiende hasta el cuello, que la une al tallo

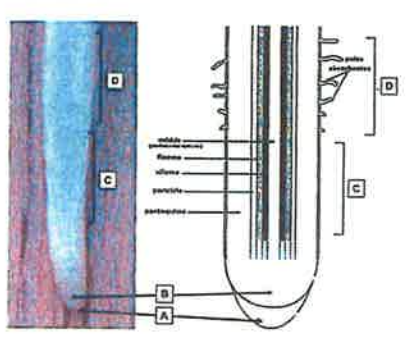
El extremo de la raíz está revestido de mucigel, envoltura viscosa constituida por mucilago (constituido por polisacáridos), que la protege contra productos dañinos y previene la desecación, es la interfase de contacto con las partículas del suelo y proporciona un ambiente favorable a los microorganismos

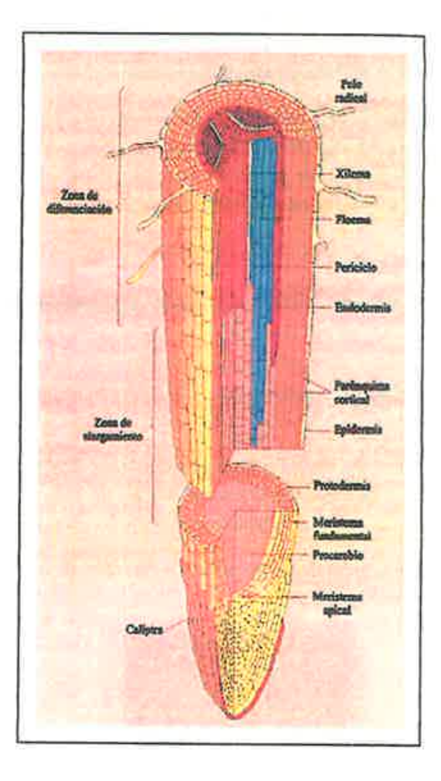
Regiones de Crecimiento de la Raíz

1. ***Zona Meristemática.***
Las células se dividen activamente y agregan nuevas células a la cofia radical y a la zona de elongación (B)

2. ***Zona de Elongación.***
Mide pocos mm de longitud. El alargamiento de dicha región es el responsable de la mayor parte del crecimiento en longitud de la raíz (C)

3. ***Zona de Maduración.***
Aquí maduran la mayoría de las células de los tejidos primarios, aquí se producen los pelos radicales (D)





Raíces Secundarias.
Llamadas también laterales, estas se originan en la región posterior a la de la zona pilífera. En ciertas plantas estas raíces empiezan a formarse por debajo de la región de la zona pilífera.

Al alargarse la raíz, adquiere la forma cilíndrica y se convierte en la raíz principal, de ellas se separan las raíces secundarias de primer orden que son perpendiculares u oblicuas a la principal y forman hileras longitudinales. A su vez las raíces de primer orden originan otras raíces de segundo orden y así sucesivamente. Las raíces laterales se originan en el periciclo, a veces del endodermo y más raramente de la corteza.

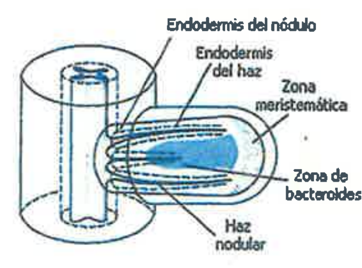
Nódulos
Los nódulos radicales son asociaciones simbióticas entre bacterias y plantas superiores. La más conocida es la de Rhizobium con especies de Leguminosas. La planta proporciona a la bacteria compuestos carbonados como fuente de energía y un entorno protector, y recibe nitrógeno en una forma utilizable para la formación de proteínas. La simbiosis entre cada especie de leguminosa y de Rhizobium es específica. Por ejemplo, ***Glycine max***, la soja, se asocia con la bacteria ***Bradyrhizobium japonicum***

Los rizobios (bacterias) entran en los pelos radicales, que se deforman. La bacteria degrada la pared y la penetra; el crecimiento del pelo se altera, y se forma hacia adentro una estructura tubular llamada hebra de infección. La hebra se dirige a la base del pelo, y a través de las paredes celulares va al interior del córtex.

Se forman a partir de la "infección" de las raíces de las leguminosas por parte de bacterias nitrificantes formando una simbiosis



Nódulos simbióticos



Esquema de la unión del nódulo con la raíz

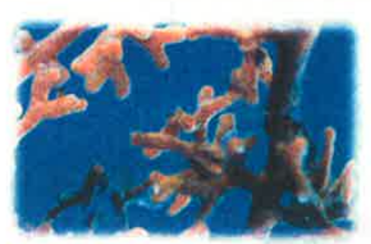
Micorrizas
Las micorrizas constituyen una simbiosis especialmente importante, que ocurre en la mayoría de los grupos de plantas vasculares. Las micorrizas son capaces de absorber y trasportar fósforo, zinc, manganeso y cobre, todos nutrientes esenciales. Los hongos se benefician obteniendo carbohidratos de la planta hospedante.

Solo unas pocas familias de angiospermas carecen de ellas: Brassicaceas y Cyperaceas. Las Proteaceas tienen raíces muy finas que parecen desempeñar un rol similar al de las micorrizas. Existen bacterias que favorecen el proceso de micorrización selectivamente, se las denominó bacterias ayudantes (Garbaye 1994). Hay dos tipos de micorrizas, las endomicorrizas y las ectomicorrizas

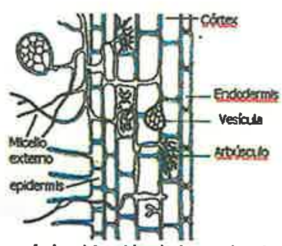
Endomicorrizas.

Son más frecuentes las endomicorrizas, ocurren aproximadamente en el 80% de las plantas vasculares. Entre las Gimnospermas sólo presentan endomicorrizas *Taxus baccata*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoia gigantea* y *Ginkgo biloba* (Strasburger 2004).

Los hongos más frecuentes en las endomicorrizas son generalmente Zygomycetes, con hifas no septadas y las asociaciones hongo/hospedante no son muy específicas. Muchas gramíneas las presentan: *Andropogon, Bromus, Festuca, Panicum, Poa, Saccharum, Sorghum, Sporobolus, Stipa* y *Zea mays*.



Endomicorrizas se muestran las vesículas del micelio externo

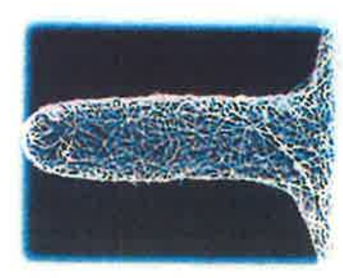


Esquema de la ubicación de las endomicorrizas

Ectomicorrizas.

Las ectomicorrizas son características de ciertos grupos de árboles y arbustos de regiones templadas: Fagaceas (robles), Salicaceas (alamo, sauce), Pinaceas, y árboles como Eucalyptus y Nothofagus que habita en las zonas límites del crecimiento de árboles.

El hongo crece entre las células de la raíz, rodeándolas sin penetrarlas, formando una estructura característica, la "red de Hartig". Además las raíces están rodeadas por una vaina formada por el hongo, llamada manto fúngico; las hormonas que secreta el hongo provocan la ramificación de la raíz, que adopta un aspecto característico esponjoso y ramificado. El micelio se extiende mucho hacia el suelo. Los pelos absorbentes a menudo están ausentes, siendo reemplazados por las hifas fúngicas



Raíz rodeada por las ectomicorrizas

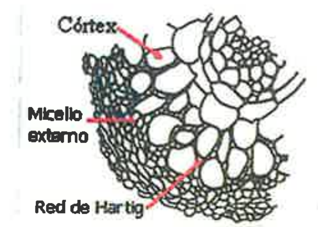


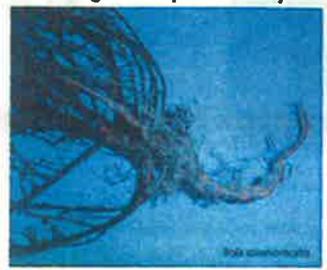
Diagrama que muestra la organización de las ectomicorrizas

Funciones Básicas de la Raíz.
1. **Absorción:** Función principal de la raíz, absorbe del suelo agua y nutrientes, se lleva a cabo en la zona pilífera
2. **Transporte:** El agua y nutrientes se trasladan a la estela y donde a través del xilema es transportado al resto de la planta
3. **Almacenamiento:** Muchas raíces almacenan nutrientes en el parénquima reservante
4. **Reproducción:** Muchas raíces expuestas al sol desarrollan yemas dando origen a nuevas plantas
5. **Respiración:** Mediante los neumatóforos
6. **Hormonal:** Síntesis de Giberelinas y citoquininas

Sistemas Radicales

- **Sistema Alorrizo**

  Caracterizado porque hay una raíz central, principal, nítida y dominante sobre las raíces laterales, las que no son morfológicamente equivalentes. El sistema radical generalmente es unitario, presenta ramificación racimosa y acrópeta, es decir, que progresa hacia el ápice. En este sistema la raíz se dice axonomorfa o pivotante, tiene raíces del segundo al quinto orden y crecimiento secundario.



- **Sistema Homorrizo**

  Está formado por un conjunto de raíces adventicias y se halla profusamente ramificado; la raíz embrionaria por lo general muere pronto y el sistema radical de la planta adulta se forma por encima del lugar de origen de la raíz primaria

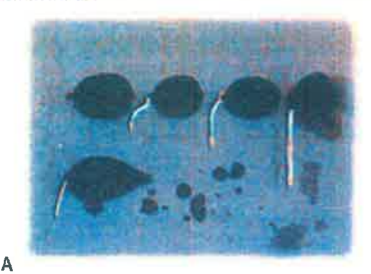


Clasificación de raíces

A las raíces se les clasifica:

Por su Origen

- **Embrionaria (A)**. es aquella que se origina directamente del embrión de la semilla
- **Adventicia (B)**. Son todas las raíces que se originan en órganos distintos de las raíces



A



B

Por el Ambiente donde viven

- **Aérea o epigea.** Se origina a partir de estructuras aéreas, no presentan zona pilífera, adventicias como en "hiedra" *Hedera hélix*



- **Terrestre o hipogea.** Se desarrolla debajo del suelo.
  - **Superficiales.** Como en muchas plantas amazónicas y en cactus
  - **Profundas.** La mayoría de especies la presenta.

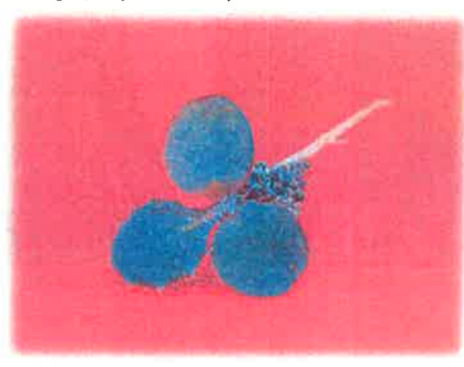


Raíz superficial en Cactus



Raíz Profunda en una planta arbustiva

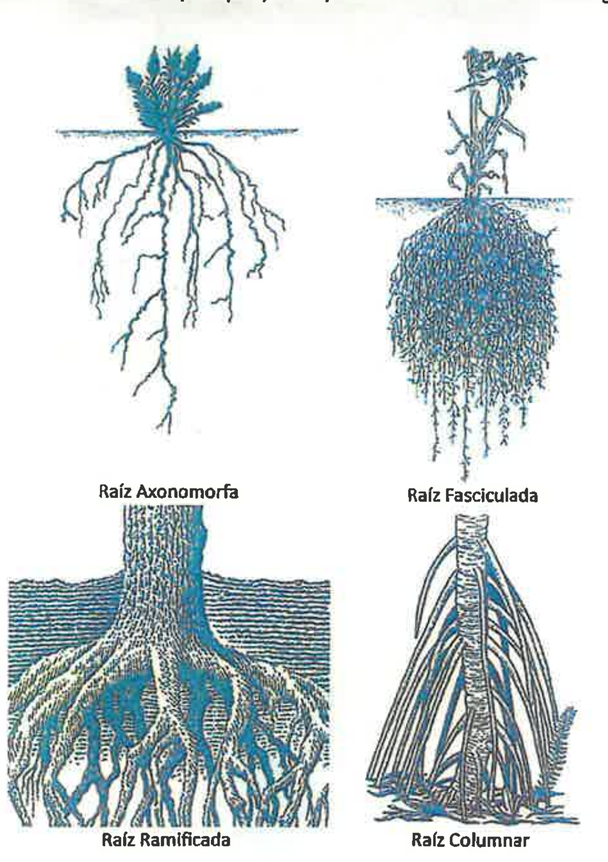
- **Acuática.** Se desarrolla en el agua, no poseen zona pilífera



Por su forma

- **Axonomorfa,** típica o pivotante. formadas por una raíz principal más gruesa y otras que salen de la principal más delgadas

- **Fasciculada.** no tienen una raíz principal y todas presentan más o menos el mismo tamaño
- **Ramificada** aquellas que, sin tener una raíz principal, nos recuerdan por su forma las ramas de un árbol.
- **Columnar.** raíces adventicias epigeas que partiendo verticalmente de una rama le sirve de apoyo
- **Tuberosa.** de estructura fasciculada en las que se producen engrosamientos por acumulación de substancias de reserva, pueden ser:
    - **Napiforme.** son aquellas en las que la raíz principal es muy gruesa porque acumula substancias de reserva
    - **Fibrosa.** no tienen una raíz principal y todas presentan más o menos el mismo grosor

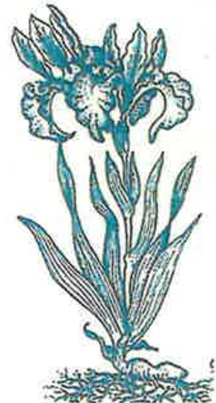


Raíz Axonomorfa Raíz Fasciculada

Raíz Ramificada Raíz Columnar



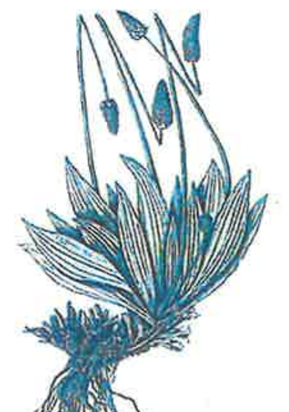
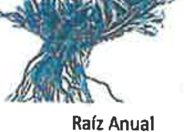
Raíz tuberosa napiforme



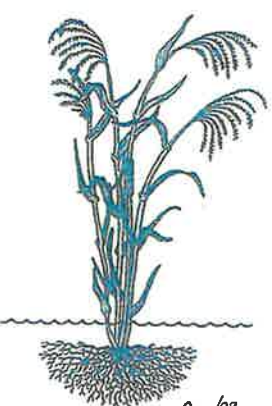
Raíz tuberosa fibrosa

Por su Duración.

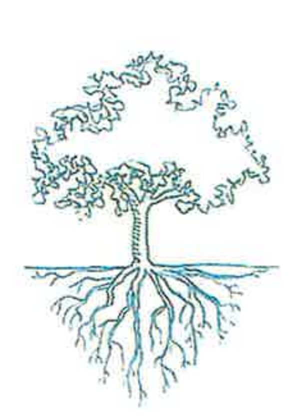
- Anual. Si la planta completa su ciclo vital en un año
- Bienal. Si la planta completa su ciclo vital en dos años
- Perenne. Si la planta vive varios años y no tiene un tiempo determinado

Raíz Anual



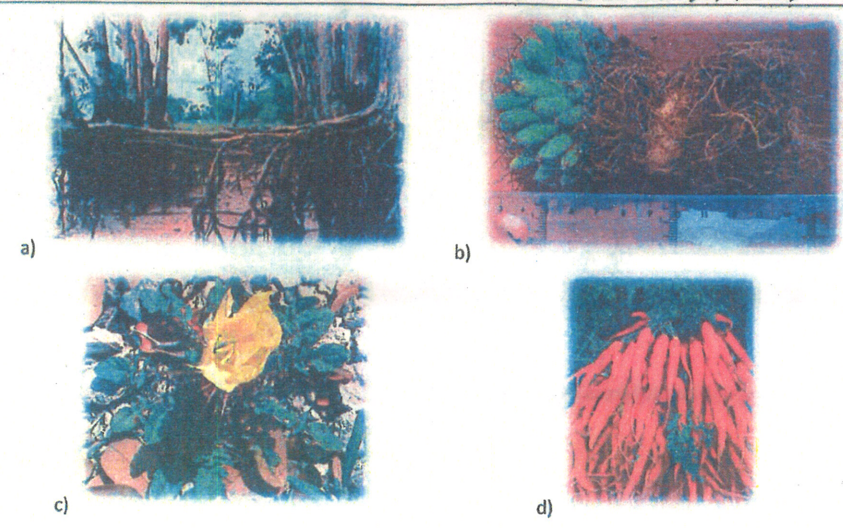

Raíz Bianual



Raíz Perenne

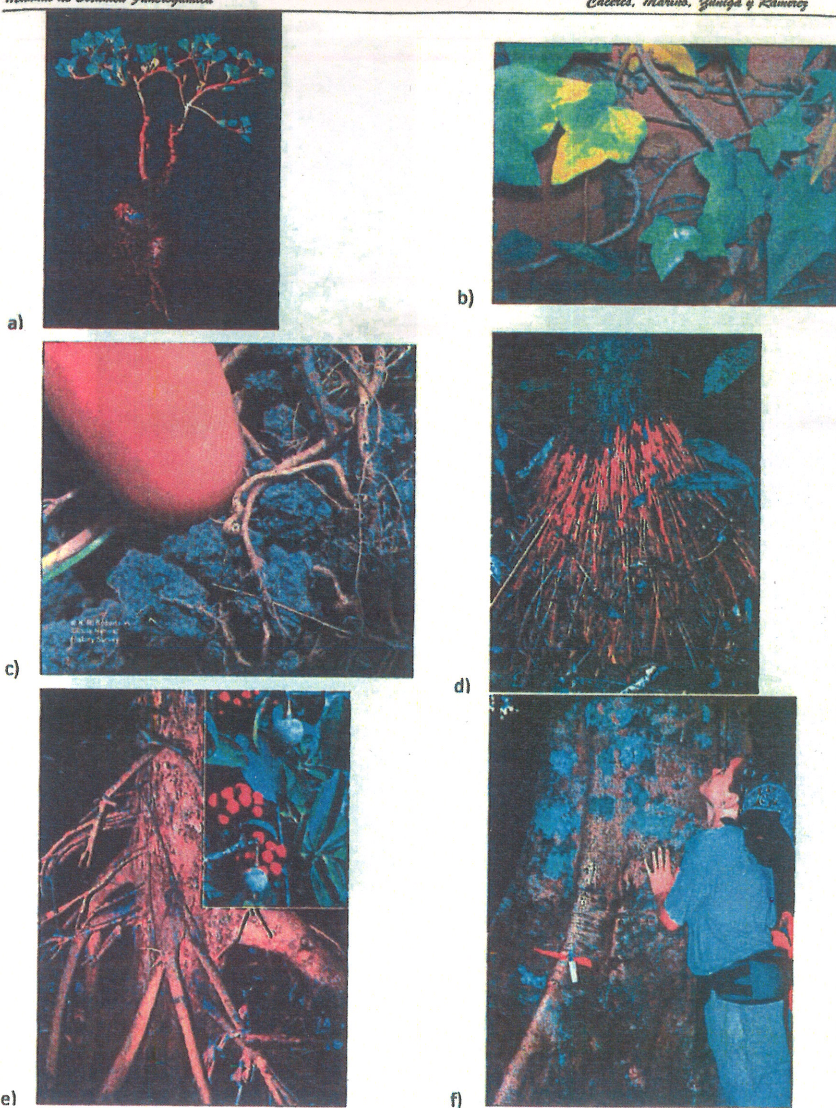
Por su consistencia.

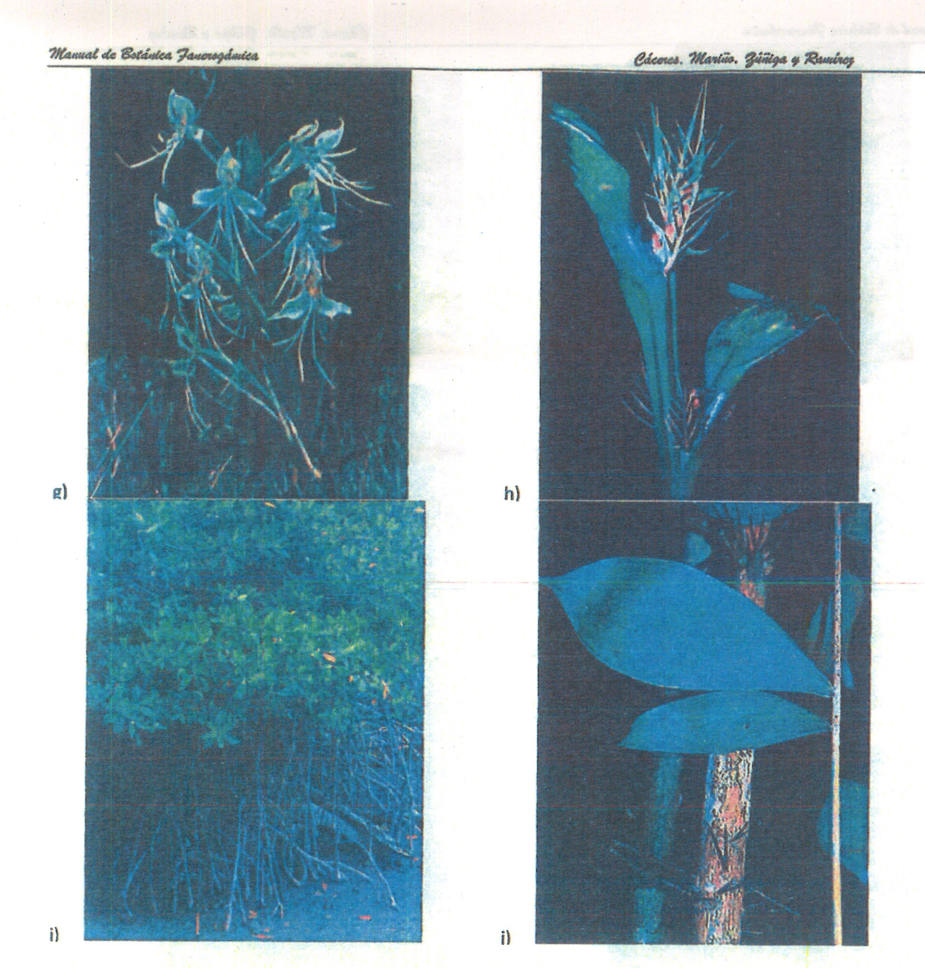
a) Leñosa. Con tejido secundario bastante desarrollados.
b) Semileñosa. Con tejido secundario poco desarrollado.
c) Herbácea. Carecen de tejido secundario
d) Carnosa. Son axonomorfas y almacenan sustancias de reserva


a) b)
c) d)

Modificaciones y Adaptaciones de la Raíz

a) **Raíces almacenadoras.** Son raíces que se engruesan convirtiéndose en depósitos de sustancias de reserva.
b) **Raíces adherentes.** Raíces cuyo extremo aplanado se adhiere a un soporte plano
c) **Raíces chupadoras.** Denominadas haustorios y se encuentran en plantas parasitas y hemiparásitas
d) **Raíces fúlcreas.** Son adventicias, nacen de los nudos de los tallos
e) **Raíces zanco o columnares.** Tienen la misma función que las fulcreas pero se originan en las ramas
f) **Raíces tabulares.** Engrosamiento del lado superior de las raíces, también sirven de sostén
g) **Velamen.** Propio de las plantas epifitas, cuyas raíces presentan una epidermis multiestratificada que en algunos casos sirve de órgano fotosintético
h) **Raíces en domacio.** Se origina en los nudos de hojas modificadas como "maceta" donde se acumula agua y nutrientes en algunos casos sirve como colonia de hormigas
i) **Raíz respiratoria.** Extensiones radicales con geotropismo negativo, llamados "neumatóforos"
j) **Espinas radicales.** Raíces laterales completamente lignificadas y puntiagudas, se sitúan en raíces caulógenas aéreas
k) **Raíces contráctiles.** Permiten introducir profundamente tallos modificados como tubérculos, rizomas o bulbos.


a) b)
c) d)
e) f)



g) h)

i) j)

CAPITULO 4. EL TALLO



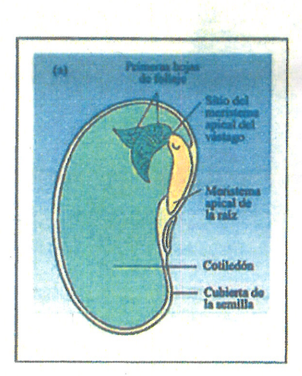
Definición.

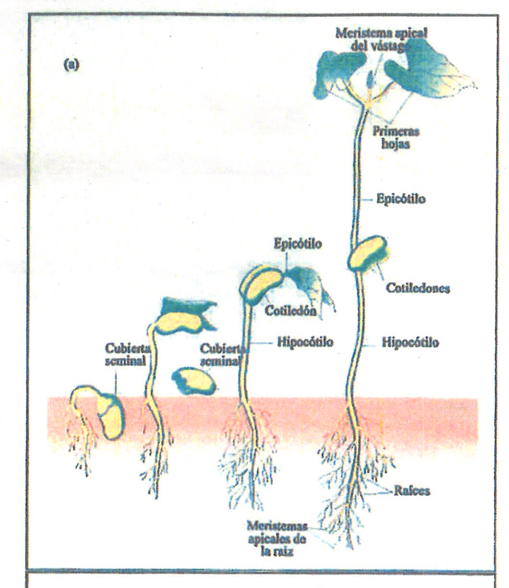
Se define al tallo como el órgano de soporte de la planta y está formado por el eje caulinar y sus hojas. Además, se le identifica como la unidad simpodial de la planta, es decir es el conjunto de metámeros originados a partir de la yema apical

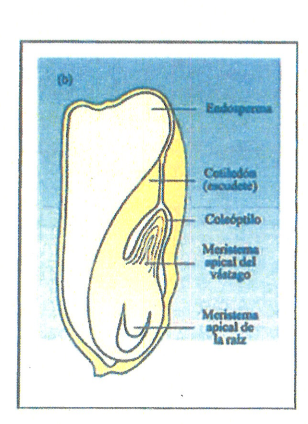


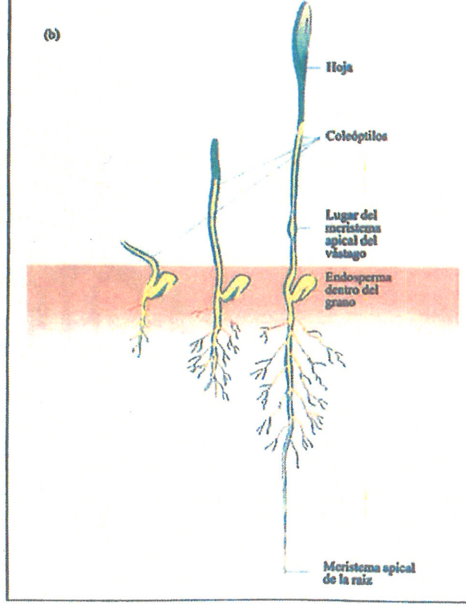
Origen.

Se origina a partir del meristemo apical caulinar ubicado en la plúmula del embrión en la semilla, que da origen al epicótilo con uno o dos primordios foliares a partir de los cotiledones en las dicotiledóneas y al coleóptilo en las monocotiledoneas y el meristemo apical propiamente dicho.









Partes del Tallo.

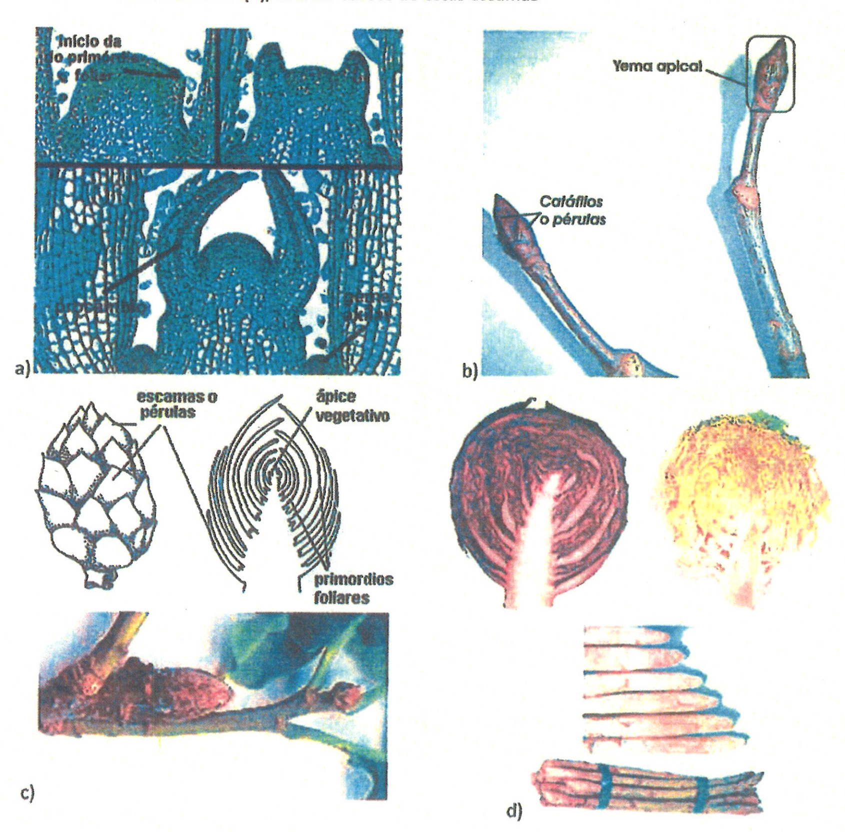
Punto o cono vegetativo. Yema terminal, la cual se divide a su vez en ápice, primordio foliar y pérula.

Cuerpo del Tallo. Se divide en nudos, entrenudos, yemas axilares y en el caso de arboles lenticelas.

Cuello del Tallo. Donde se presenta la diferenciación entre raíz y vástago.

Punto o cono vegetativo

- **Ápice, (a)** Lo constituye la yema terminal que presenta tejido meristemático, tiene forma cónica, engrosada y algo deprimida.
- **Primordios foliares (b)** son series de protuberancias que brotan a los lados o debajo de la yema terminal y crecen en serie acrópeta.
- **Perula** los primordios se transforman en hojas firmes y secas que protegen a la yema de posibles lesiones mecánicas y pueden ser:
    - Yema Perulada (c), cuando presenta estas escamas
    - Yema Desnuda (d), cuando carece de estas escamas



Cuando los primordios foliares alcanzan cierto estado de desarrollo, en cada axila del vástago se forman otras protuberancias a las que se denomina Yemas Axilares o laterales, las que pueden ser:

1. **Yemas Activas,** cuando pueden formar una rama con hojas
2. **Yemas Durmientes,** cuando permanecen en estado latente durante largo tiempo

Las yemas por su naturaleza pueden ser:

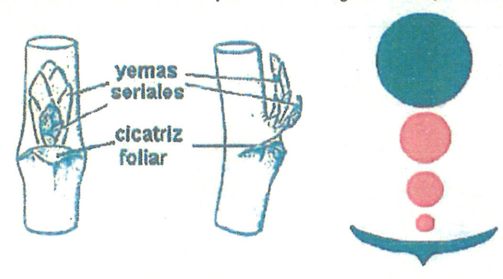
1. **Folíferas:** cuando origina hojas
2. **Floríferas:** cuando originan flores
3. **Mixtas:** cuando originan tanto hojas como flores

Por su disposición en el tallo son:

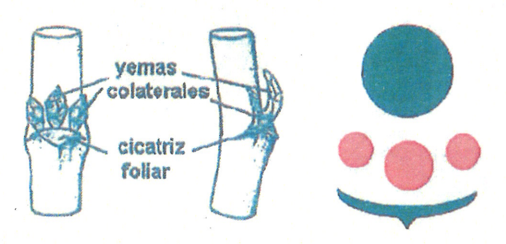
1. **Yemas Alternas:** cuando se encuentran en un nudo y están ausentes en el siguiente.
2. **Yemas Opuestas:** cuando se encuentran opuestas una a la otra en un mismo nudo
3. **Yemas Verticiladas:** si se encuentran 3 a mas en un mismo nudo.

Por lo general las yemas son únicas; pero cuando son múltiples las yemas pueden ser:

a) **Yemas Seriales:** situadas una por encima de la otra en la axila de la hoja tectriz, formando una fila vertical. Ejs.: *Passiflora coerulea*, maracuyá; *Lonicera japonica*, madreselva; *Boungainvillea spectabilis*, Buganvila; *Turnera orientalis*. También están presentes en *Bignoniaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*.



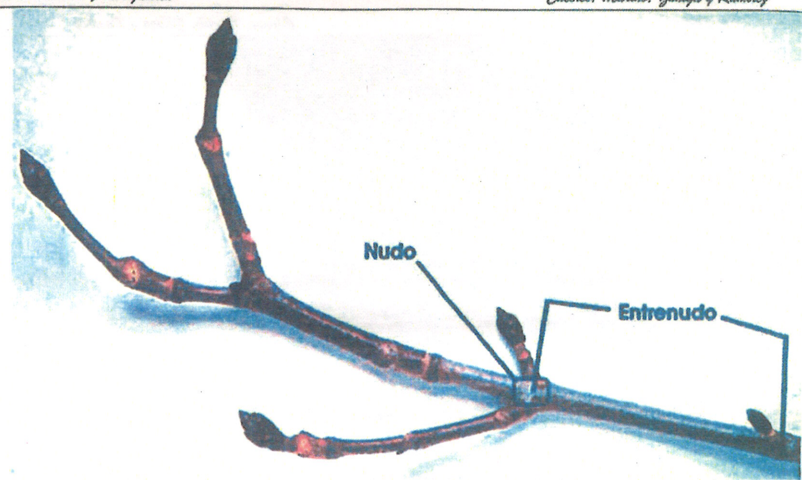
b) **Yemas Colaterales o Adyacentes:** situadas una al lado de la otra en la axila de una misma hoja formando una fila horizontal. En *Allium sativum*, ajo cada diente es una yema axilar; en las inflorescencias del bananero cada conjunto de yemas originará una "mano" de bananas. También están presentes en *Araceae* y *Palmae*



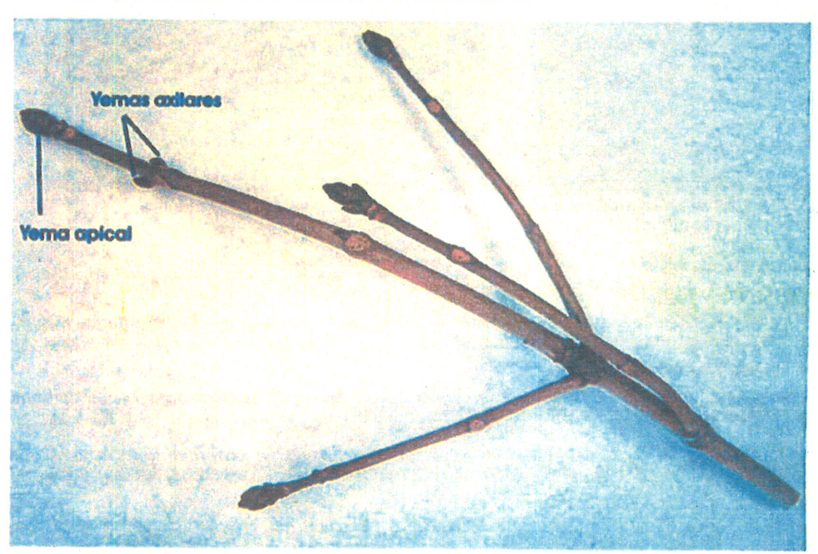
Cuerpo del Tallo.

Nudos, son las partes más o menos abultadas o engrosadas que presenta el tallo de trecho en trecho, donde se insertan las hojas

Entrenudos Se denominan así, a las porciones del tallo comprendidas entre dos nudos



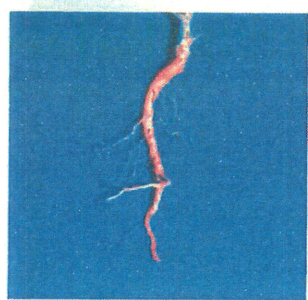
Yemas axilares Son cuerpecitos más o menos ovoides, que se encuentran en las partes laterales del tallo, en las axilas de las hojas, de donde nacen las ramas o tallos secundarios



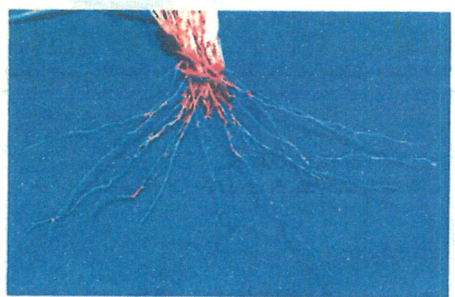
Lenticelas Son zonas de la corteza ligeramente realzada y permite el paso de gases hacia el interior o exterior del tallo

Cuello del Tallo.

Región del tallo que sirve de límite entre la raíz y el vástago, interiormente la disposición de los haces vasculares cambian de orientación.



Cuello en planta monocotiledónea



Cuello en planta dicotiledónea

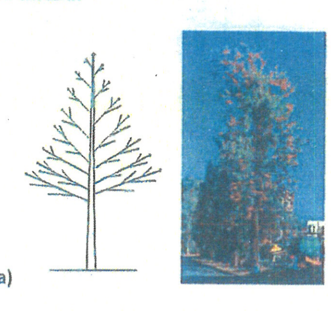
Sistemas de ramificación.

Ramificación Monopodial

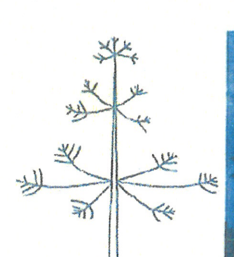
El eje florífero del vástago mantiene un crecimiento continuo sin interrupciones y lo largo del mismo van apareciendo las ramas laterales.

Desarrollo Monótono. (a)Cuando la ramificación se desprende del eje en orden alterno u opuesto. Como en *Pinnus radiata*

Desarrollo Antífono. (b) Cuando la ramificación se desprende del eje en orden verticilado. Como en *Araucaria excelsa.*



a)



b)



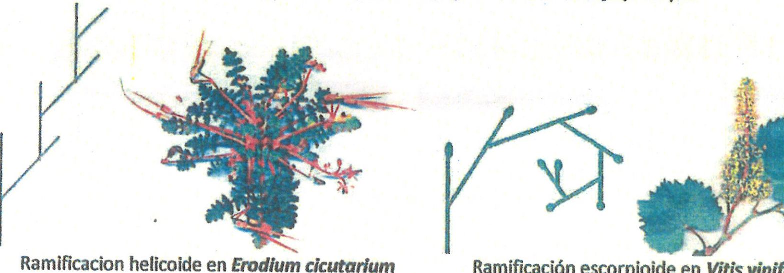
Ramificación Simpodial

Cuando el eje principal cesa en su crecimiento y son las ramas laterales las que continúan desarrollándose, al mismo tiempo aparecen otras que reemplazan a las anteriores, dando forma a la ramificación.

Monocasio cuando solo un brote lateral excede el desarrollo del eje principal.

Ramificación Helicoidea: si la rama aparece cada vez en forma alternada hacia la derecha o hacia la izquierda.

Ramificación Escorpioidea: si la ramificación aparece siempre a un lado del eje principal

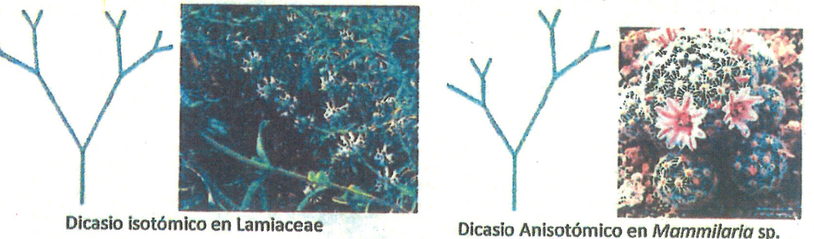


Ramificacion helicoide en ***Erodium cicutarium*** Ramificación escorpioide en ***Vitis vinifera***

Dicasio o ramificación dicotómica, se da cuando el ápice se divide en dos por la división de la célula apical.

Ramificación Isotómica: cuando la ramificación es de similar desarrollo.

Ramificación Anisotómica: cuando una de las ramas resultantes desarrolla más que la otra



Dicasio isotómico en Lamiaceae Dicasio Anisotómico en *Mammilaria* sp.

Pleiocasio: si son más de dos ramas laterales las que rebasan en crecimiento al eje principal inhibido



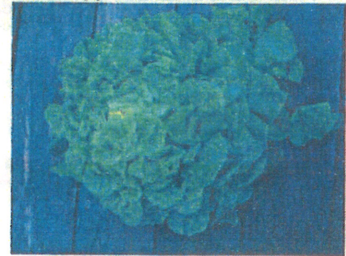
Pleiocasio en *Euphorbia peplus*

Ramificación en Ramas.

De acuerdo al grado de desarrollo de los entrenudos se distinguen dos tipos de ramas:

- **Macroblastos** o ramas largas, ejes con importante crecimiento de entrenudos y por tanto con hojas muy separadas entre sí, como en *Anadanthera colubrina*.
- **Braquiblastos** o ramas cortas, con ejes de crecimiento .internodal reducido y por tanto hojas muy próximas entre si, dispuestas en roseta, como en las hortalizas y plantas almohadilladas.





Macroblastos en "vilco" *Anadenanthera colubrina* Braquiblastos en "lechuga" *Lactuca sativa*

Pueden darse los dos tipos de ramas en la misma planta, por ejemplo en *Pinus* los macroblastos tienen hojas escuamiformes en cuyas axilas se producen braquiblastos que llevan las hojas aciculares.

Formas de Crecimiento de Plantas Leñosas

Las formas de crecimiento son de dos tipos:

Basitonía las yemas o brotes laterales situados en la base ven su crecimiento más favorecido que los que están más arriba; la base leñosa del arbusto, de la cual brotan cada año los vástagos, van creciendo hasta formar un xilopodio (pie de madera) corto pero grueso y nudosos

Acrotonía las yemas o brotes laterales superiores o externas, que están próximas a las yemas terminales son las favorecidas

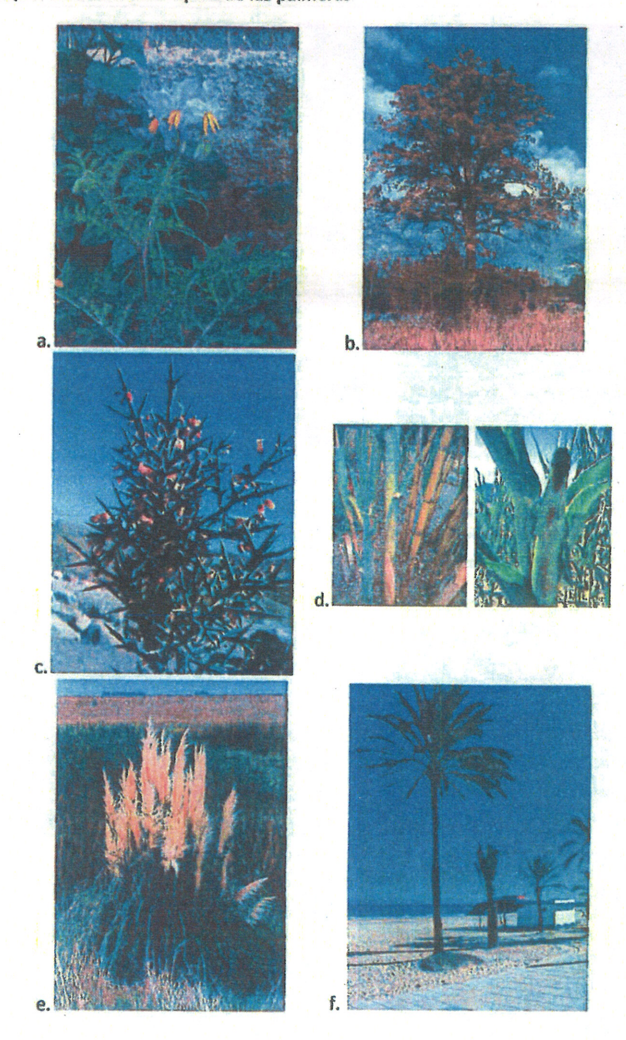


Clasificación de Tallos.

Por el Medio donde viven

1. **Aéreo.** es el ambiente habitual de los tallos de la mayoría de las plantas y crecen en contacto con el aire
   a) **Erguido.** los que crecen vertical o más o menos verticalmente, generalmente sin apoyo
      a. **Tallo Propiamente Dicho.** es el común de las plantas
      b. **Tronco.** tallo leñoso con crecimiento secundario
      c. **Arbusto.** Tallo semileñoso
      d. **Caña.** tallos de las gramineas con nudos bien marcados
         - **Huecos.** Como en *Arundo donax.*"caña brava"
         - **Macizos.** Como en *Zea mays* "maíz"
      e. **Culmo.** se denomina a las cañas de las gramíneas que llevan inflorescencias

f. **Estipite o Astil.** Tronco típico de las palmeras

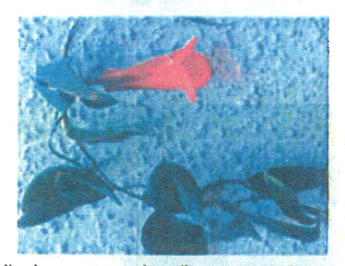


b) **Voluble.** tallos débiles que crecen en arrollamiento en espiral sobre el tallo de otras plantas o soportes.
   - **Herbáceos:** sin tejidos duros, se les llama enredaderas.
   - **Leñosos:** con tejidos duros y reciben el nombre de lianas o bejucos.

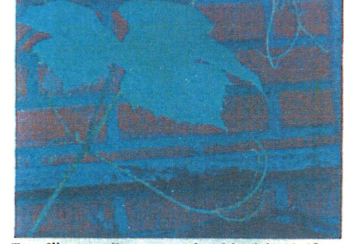


c) **Trepador.** Son aquellos que crecen apoyándose sobre tallos de otras plantas u objetos cercanos.

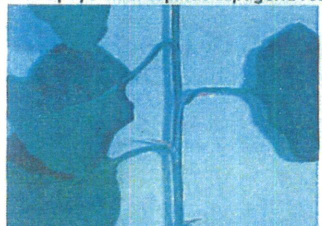
- **Por simple apoyo:** crecen apoyándose en objetos cercanos.
- **Mediante zarcillos:** pueden ser de origen caulinar o foliar, se enroscan en cualquier apoyo
- **Aguijones:** son formaciones epidérmicas a modo de pequeños ganchos.
- **Raíces adventicias:** las que fijan al substrato, permitiendo alargar el tallo.



Tallo de apoyo en el copihue *Lapageria rosea*



Zarcillos caulinares en la vid *Vitis vinifera*



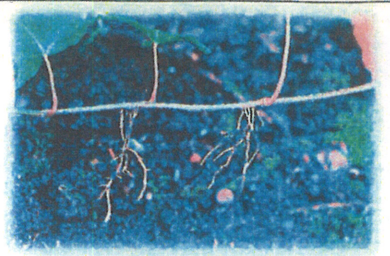
Aguijones caulinares en tallo de *Bouganvillea spectabilis*



Raíces adherentes en tallo de *Hedera hélix*

d) **Rastreros:** tallos tendidos en el terreno y carecen de rigidez para erguirse.

- **Radicantes.** cuando desarrollan raíces adventicias junto a los nudos.
- **Repentes.** no desarrollan raíces adventicias, pero permanecen postradas.



Tallos radicantes Tallos repentes en "pasto salado" *Distichlis spicata*

2. **Subterráneo.** Son aquellos que se desarrollan dentro de la tierra, morfológicamente no se parecen a los tallos aéreos, se consideran los siguientes

a) **Rizoma.** Son tallos de forma más o menos alargada que crece paralelamente a la superficie del suelo

b) **Tubérculo.** Tallos cortos y gruesos, generalmente fusiformes o esféricos.

c) **Bulbo.** Tallos subterráneos muy cortos y redondeados en forma de disco, que se llama platillo, recubierto de brácteas más o menos carnosos denominadas catafilos

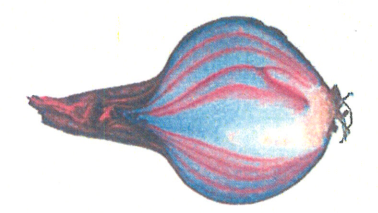
- **Tunicado.** con catafilos bien desarrollados y se disponen formando capas concéntricas.
- **Escamoso.** también llamados bulbos imbricados, sus catafilos desarrollan de forma desigual
- **Macizo o Compacto.** con el disco muy desarrollado envuelto por catafilos delgadas y membranosas
  - **Simples.** Como en el azafran *Crocus sativus*
  - **Compuestos.** Como en el ajo *Allium sativum*



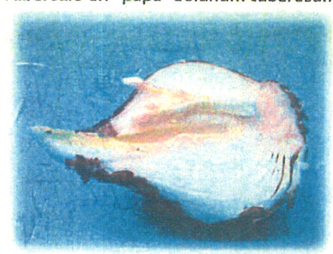
Rizoma de "kikuyo" *Pennicetum clandestinum*



Tubérculo en "papa" *Solanum tuberosum*

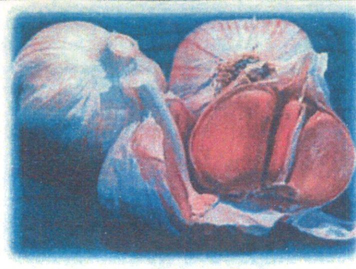


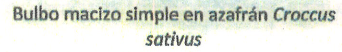
Bulbo tunicado en "cebolla" *Allium cepa*



Bulbo escamoso en "narciso" *Narcissus papyraceus*





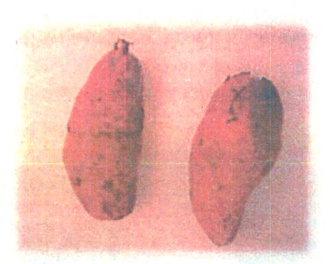


Bulbo macizo simple en azafrán *Croccus sativus*

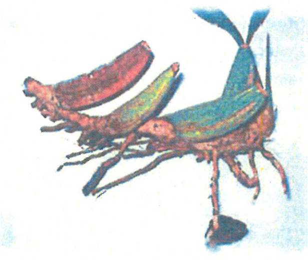
Bulbo macizo compuesto en ajo *Allium sativum*

Variantes del Bulbo

- **Caulobulbo.** tallo epigeo inferiormente engrosado, *Stenorrhynchos acianthiformis* "orquidea"
- **Pseudobulbo.** formado por tuberosidades hipogeas de naturaleza mixta, *Cattleya* sp. "orquidea mayor"



Caulobulbo en la orquídea *Stenorrhynchos acianthiformis*

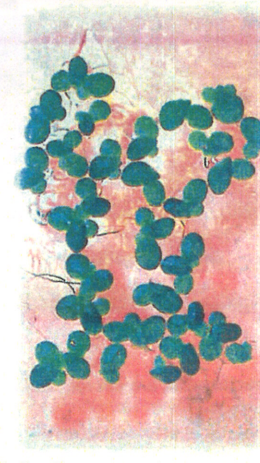


Pseudobulbo en la orquídea *Catleya* sp.

3. **Acuático**
   a) **Anfibio.** Parte del tallo está sumergido o bajo tierra y parte de él es aéreo. Como en "matara" *Typha angustifolia*
   b) **Flotante o emergente.** Este tallo tiene algunas cámaras de aires incluidas en el parénquima permitiéndoles mantenerse a flote. Como en la "lenteja de agua" *Lemna minuta.*
   c) **Sumergido.** El tallo desarrolla completamente bajo la superficie del agua, como en *Elodea*.



Tallo anfibio en matara *Typha angustifolia*



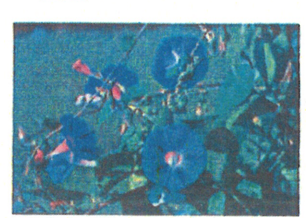
Tallos flotantes en lenteja de agua *Lemna minuta*



Tallo sumergido de *Elodea canadiensis*

Por su Consistencia

1. **Herbáceo.** con estructura anatómica primaria, son verdes, jugosos y flexibles. La mayoría de especies herbáceas
2. **Arbustivo leñoso.** : Cuando la planta vive muchos años, el tallo se vuelve duro y leñoso por la lignificación de sus tejidos, de color pardo o gris. plantas leñosas cuyos tallos se ramifican desde el nivel del suelo, por lo que no se puede distinguir el vástago principal como en "floripondio" *Brugmansia arbórea* o en "retama" *Spartium junceum*
3. **Arbóreo.** Plantas leñosas que tienen un tronco principal solo, más grueso que se ramifica a cierta altura sobre el suelo; como en "fresno" *Fraxinus americana,* "Eucalipto" *Eucaliptus globulus* "sauce" *Salix chilensis.*
4. **Suculentos.** Tallos carnosos, jugosos y gruesos, completamente adaptados a ambientes áridos. Especies de cactus y otras suculentas.
5. **Fistuloso.** Tallos huecos por la desaparición de la medula central del tallo, como en *Medicago sativa* "alfalfa"



Tallo herbáceo en "campanilla" *Ipomoea purpurea*



Tallo arbustivo leñoso en "floripondio" *Brugmansia arborea*



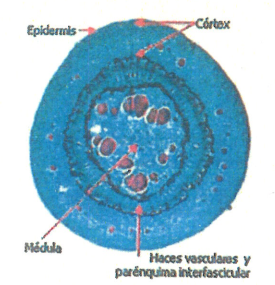
Tallo arbóreo de Pino *Pinnus sylvestris*


Tallo suculento en candelabro
Browningia candelaris

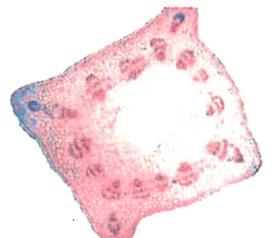

Tallos fistuloso en "alfalfa"
Medicago sativa

Por su Forma

1. **Cilíndrico.** De sección circular
2. **Cuadrangular.** De sección cuadrada o rectangular, a veces romboidal.
3. **Triangular.** De sección más o menos triangular
4. **Esferoidal.** Tallos cortos de forma ovoide o de esfera, segmentados.
5. **Laminar o aplanado.** De un diámetro menor que el otro.



Tallo circular en nabo silvestre
Brassica campestris


Tallo cuadrangular en "trébol"
Trifolium repens



Tallo triangular en "junco"
Scirpus americanus


Tallo esferoidal en *Euphorbia obesa*


Tallo aplanado en *Opuntia engelmanii*

Por su Investidura

a) **Glabro.** Tallos carentes de investidura o pelo.
- **Liso.** Sin pelo o modificación alguna en su superficie
- **Áspero.** Con rugosidades o escamaciones en la superficie.

b) **Pubescente.** Tallos cubiertos de pelo en diferente investidura.

Tallo glabro liso en *Lathyrus clymemum*


Tallo glabro áspero en corteza de *Pelargonium cotyledonis*

Tallo pubescente en *Malva sylvestris*

Por su Duración

- **Anual.** cuando la duración de su ciclo vegetativo comprende un año o menos.
- **Bienal.** cuando la duración del ciclo vegetativo comprende más o menos dos años
- **Perenne.** cuando viven más de dos años, el caso de la parte aérea que muere el primer año pero la subterránea persiste y rebrota el siguiente

Tallo anual en "trigo" *Triticum aestivum L.*

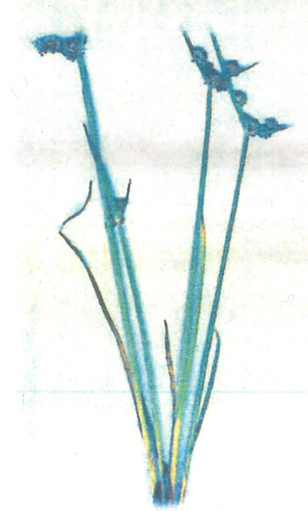

Tallo bienal en "caña de azúcar" *Saccharum officinarum L.*


Tallo perenne en "rosa silvestre" *Rosa centifolia L.*

Modificaciones de los Tallos

Tallos simples no ramificados

1. **Cálamo.** cuando es herbáceo, sin ramas, sin nudos, nace de un rizoma
2. **Escapo.** cuando es herbáceo , alargado y sin hojas, flores apicales, nace de un rizoma o bulbo



Cálamo en "junco" *Scirpus americanus*



Escapo en "amancay" *Ismene amancaes*

Tallos leñosos no ramificados

3. **Caña.** cuando es leñoso con nudos y entrenudos se diferencian perfectamente puede ser MACIZO , FISTULOSO o HUECO
4. **Estípite.** Tallo leñoso, cilíndrico, largo, sin ramificaciones, es decir, tallos simples que llevan un penacho de hojas en el ápice



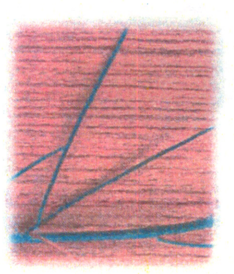
Tallo en caña de "caña brava" *Arundo donax*



Tallo en estípite de "palma datilera" *Phoenix dactylifera*

Otras modificaciones

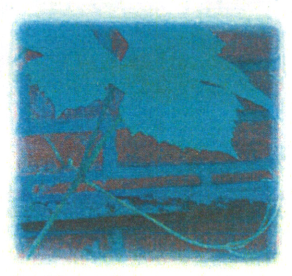
1. **Filoclados.** Ramas cortas, comprimidas o aplanadas a manera de hojas, capaces de desempeñar las funciones de estas
2. **Afilos.** Tallos carentes de hoja alguna
3. **Zarcillos Caulinares.** filamentos desarrollados y arrollados en espiral que resultan de la modificación de las ramas y sirven de órganos de fijación
4. **Espinas Caulinares.** cuando todo el tallo y ramas se comprimen a modo de artejos, con funciones asimiladoras o fotosintéticas, hojas reducidas a espinas
5. **Cladodio.** cuando todo el tallo y ramas se comprimen a modo de artejos, con funciones asimiladoras o fotosintéticas, hojas reducidas a espinas
6. **Estolón.** renuevos o ramas que crecen arrastrándose sobre el suelo y sirve para la propagación vegetativa de la planta ya que emiten raíces adventicias
7. **Tallos Crasos.** suculentos o carnosos, son tallos que se modifican para almacenar agua como función principal por lo que son muy gruesos y carnosos



Filoclados en "retama" *Spartium junceum*



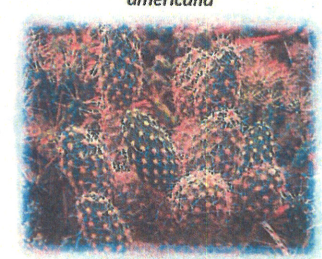
Tallos afilos en "pinko-pinko" *Ephedra americana*



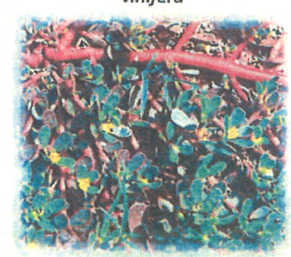
Zarcillos caulinares en "vid" *Vitis vinifera*



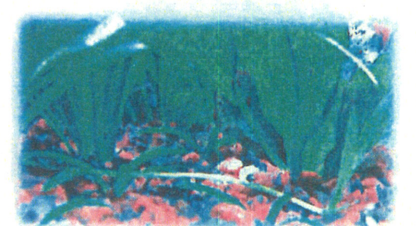
Espinas caulinares en "espina de Cristo" *Colletia spinosisima*



Cladodios en cactus *Mila* sp.



Tallos crasos en *Portulaca oleracea*

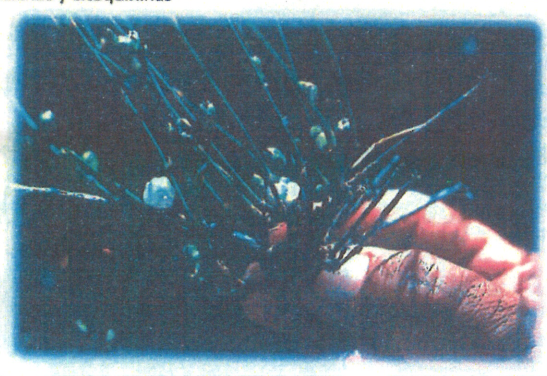


Estolones en "fresa" *Fragaria vesca*

Funciones del Tallo.

1. Proporciona soporte mecánico de hojas, flores y frutos
2. Presentan un conducto para el desplazamiento del agua y sales desde las raíces hasta las hojas ; así como para la transferencia de nutrientes, hormonas y otros metabolitos a todos los órganos de la planta
3. Producción de nuevos tejidos y órganos
4. Producción de Hormonas como auxinas y citoquininas





Importancia del Tallo

Alimenticia. Los tallos de muchas especies son empleados en la alimentación humana, tal como los que se observan a continuación.

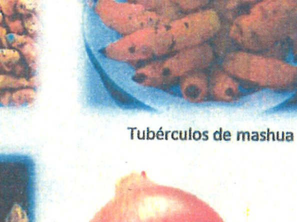


Tubérculo de papa





Tubérculo de olluco



Tubérculos de mashua

Tubérculos de oca

Yemas de Esparrago



Bulbos de cebolla

Medicinal. Existen muchos tallos de los cuales se extraen sus principios activos a partir de los cuales se sintetizan medicinas



Rizoma de jengibre



Rizoma de grama dulce



Espinas caulinares de uña de gato



Bulbos de maca





Tallos aéreos de apio



Tallos acuáticos de berro

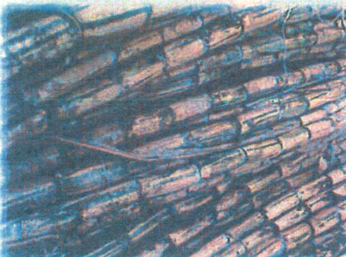
Industrial. El látex de muchas especies son empleadas en la industria de productos naturales.



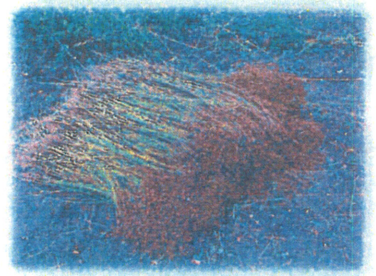
Caoba



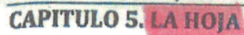
Cáñamo



Caña de azúcar



Ramas de lino



CAPITULO 5. LA HOJA



La hoja denominada también nomófilo es un órgano con crecimiento lateral y externo a la axila del tallo el cual es comúnmente el órgano fotosintético primario y que tiene como segunda función la transpiración.

Filoma

Comprende todas las modificaciones y transformaciones que se han originado a partir de un nomofilo u hoja, tales como las hojas seminales o cotiledones, hojas florales, catáfilos, hipsófilos, etc.

Origen

Los primordios foliares se originan exógenamente sobre el cono vegetativo en forma de protuberancias y por división del meristemo apical.

Tiene crecimiento basiplástico, la actividad del meristemo marginal se extingue primero en el ápice y luego en la base del limbo.



Las hojas se originan en los meristemos apicales de tallo. Su formación está estrechamente asociada a la construcción del tallo. El desarrollo de la hoja está ligado inicialmente a la aparición de los primordios foliares en el ápice, luego depende de factores ambientales (Hay & Kemp 1990).

Durante la formación de una hoja se distinguen 2 etapas:

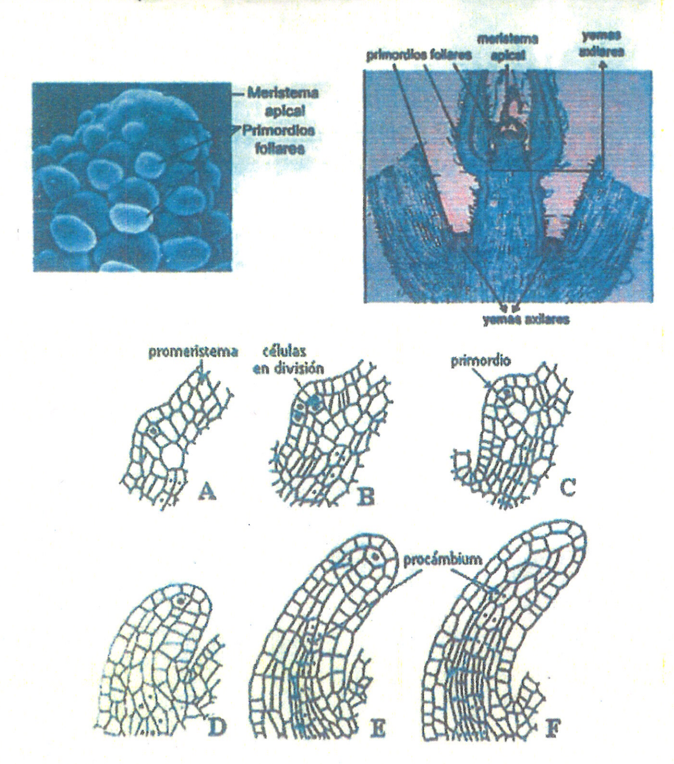
- Formación de un primordio foliar
- Formación de las diferentes partes de la hoja

Formación de un primordio foliar

Cada primordio comienza en la periferia del meristemo, por la ocurrencia de numerosas mitosis en una porción bien localizada, en las 2-3 capas celulares más externas.

Esta actividad mitótica hace salir a la superficie, inmediatamente por debajo del promeristema, una protuberancia, una masa homogénea de células meristemáticas: el primordio foliar.

El primordio se alarga por la formación de nuevas células. Pronto comienza la diferenciación de una futura vena: se diferencia un haz de procambium en el seno de las células meristemáticas



Formación de las diferentes partes de la hoja

Las modalidades de este desarrollo varían de un tipo morfológico a otro.

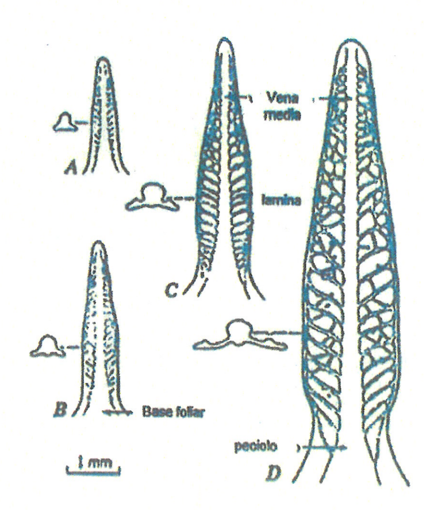
Hojas sin vaina foliar. Primero se forma el eje foliar (pecíolo y vena media) por alargamiento vertical; la joven hoja tiene ahora la forma de una lengüeta o clavija angosta. En Dicotiledóneas la actividad meristemática se localiza en el ápice del primordio, y en las Monocotiledóneas y Gimnospermas, en su base.

A medida que ocurre el alargamiento vertical, comienza la formación de la lámina en la parte superior de la lengüeta, por expansión lateral. Si la hoja es peciolada la parte basal permanece angosta para constituir el pecíolo.

Primordios foliares
Promeristema
Lamina
estípula
Peciolo
Promeristema
Primordios foliares
Procambium

Hojas de limbo simple. La parte superior de la lengüeta se agranda formando una costilla media y 2 paneles de lámina por la actividad de un meristemo apical en el extremo y dos meristemos marginales situados sobre ambos bordes de la lengüeta. La función del meristemo marginal es el establecimiento de la estratificación característica en la lámina foliar.

La formación de una lámina acicular, como la de las hojas de *Pinus* se produce por la falta de crecimiento marginal. En las hojas ensiformes de Monocotiledónea (hojas unifaciales aplanadas radialmente), se suprime la actividad de los meristemos marginales, en cambio se acentúa la actividad meristemática adaxial que lleva a cabo la extensión radial de la hoja.

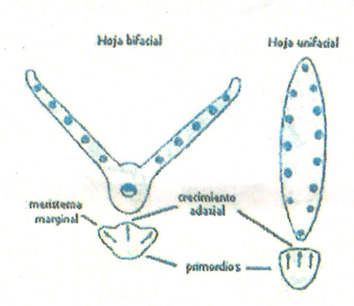


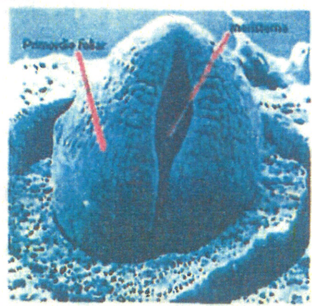
Hojas con vaina foliar

Este caso es característico de las Monocotiledóneas. La formación de la hoja comienza con la aparición del primordio foliar. Muy precozmente, la base del primordio se ensancha rodeando el punto vegetativo.

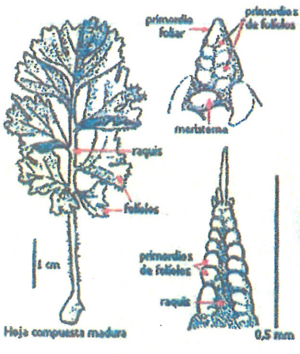
Este rodete anular así formado es el esbozo de la vaina foliar, que se agranda muy rápidamente, antes de que el limbo tenga un desarrollo apreciable. Cuando la vaina es cerrada se forma un anillo completo; si es abierta, los bordes pronto se superponen.

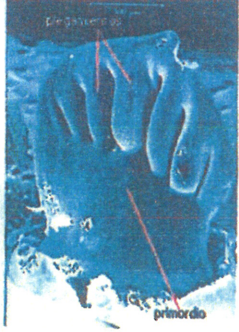
Hojas con lámina compuesta. En hojas palmaticompuestas los futuros folíolos se diferencian en sentido basípeto. *En hojas pinnaticompuestas se diferencian* en sentido acrópeto: a lo largo del eje foliar (futuro raquis) se diferencian 2 filas de primordios de folíolos.



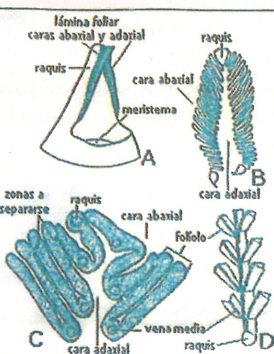


Cada primordio foliolar es una masa de células meristemáticas que se comportará de manera similar a la descrita para un primordio de hoja simple. Si la lámina fuera bipinnada, se repite el proceso descrito.





Las hojas pinnadas de las palmeras se inician como hojas simples: en el primordio la lámina foliar se desarrolla sobre el raquis como dos paneles marginales, al principio lisos (Fig. A). Pronto desarrollan plegamientos, que aparecen como una serie de dobleces en zig-zag (Fig. B). En cada pliegue adaxial se desarrolla el tejido vascular, formándose la vena media de cada folíolo (Fig. C); los pliegues abaxiales se separan, y al madurar la hoja el alargamiento del raquis separa los folíolos entre sí (Fig. D).



Sucesión foliar en el Vástago

Hojas embrionarias o cotiledones. Son las primeras hojas que nacen sobre el eje. Generalmente su número es característico para cada grupo de plantas: un cotiledón en monocotiledóneas, dos en dicotiledóneas y dos en varios en gimnospermas.

En algunos casos no emergen a la superficie y sólo sirven para absorber (gramíneas) o ceder sustancias alimenticias a la plantita en desarrollo (*Pisum, Quercus*).

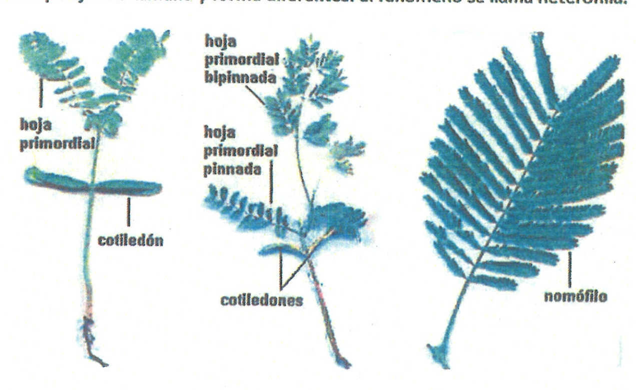
En otros casos son órganos fotosintetizadores, verdes. En general tienen vida breve, y su forma es diferente a la de los nomófilos, como en el palo borracho rosado (*Ceiba*), en el fresno, etc.

Hojas primordiales. Son las primeras hojas que nacen por encima de los cotiledones de la planta joven. En plantas con hojas compuestas, las hojas primordiales son simples o con menor número de folíolos, mientras en otras plantas son más reducidas

Hojas vegetativas o nomófilos

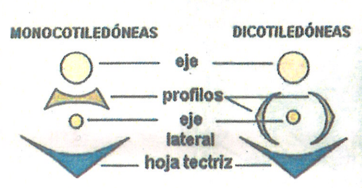
Aparecen después de las hojas primordiales y son las que se forman durante toda la vida de la planta. Son morfológicamente más complejas, y son las hojas características de cada especie.

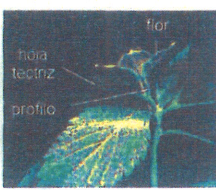
En ciertas plantas hay hojas de tamaño y forma diferentes: el fenómeno se llama heterofilia.



Profilos

Son las primeras hojas sobre un eje lateral. Tienen una posición característica, lateral en dicotiledóneas y dorsal y soldados entre sí en monocotiledóneas. Sobre el eje lateral después de los profilos pueden desarrollarse nomófilos u otras hojas como brácteas o antófilos.





Hojas preflorales

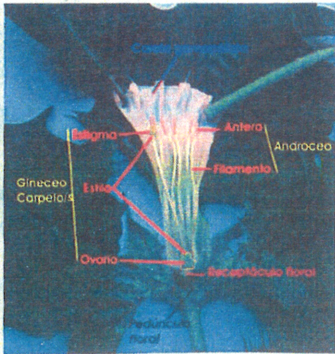
Cuando la planta pasa del estado vegetativo al estado floral, a menudo el cambio es anunciado por una modificación en la forma de las hojas. El limbo se reduce, la hoja a menudo se vuelve sésil, y la coloración puede ser diferente (*Euphorbia pulcherrima*, estrella federal; *Bougainvillea spectabilis*, Santa Rita). Cuando se encuentran sobre el eje principal se llaman brácteas o hipsófilos, y cuando se encuentran sobre un eje lateral reciben el nombre de bractéolas.



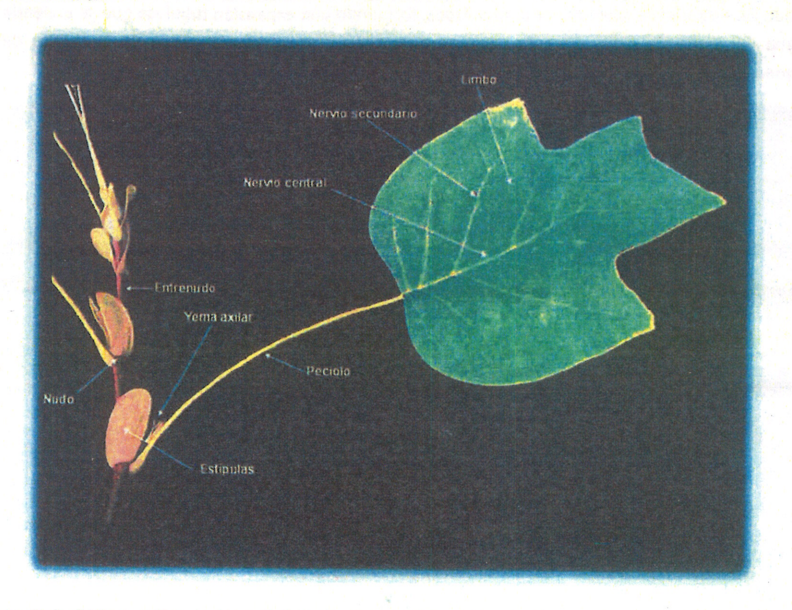
Antófilos u hojas florales

Son las hojas modificadas que constituyen los órganos florales en la plantas.





Partes de la hoja



1. ***Base de la hoja o vaina***: La base de la hoja se presenta a menudo como un pequeño ensanchamiento a nivel del nudo del tallo. En las monocotiledóneas-es tan ancho y desarrollado que abraza por completo al tallo en un nudo, en este caso se denomina vaina, esta tienen función protectora en algunas plantas como por ejemplo en *Musa paradisiaca* "platano" o en "achira" *Canna edulis.*





Vainas envolventes en *Musa paradisiaca* "platano" (Izquierda) y *Canna edulis* "achira"

2. ***Estípulas***: Son apéndices del mismo color de la hoja, situados a cada lado del peciolo. En algunos casos están pegados al pecíolo como en *Rosa canina* "rosa", otras son parecidas a hojas (familia de las rubiáceas), en otras son libres y parecen hojas verdaderas como en *Pisum sativum* "arveja". Algunas estípulas se transforman en espinas denominándose espinas estipulares, como en la "falsa acacia" *Robinia pseudoacacia*.

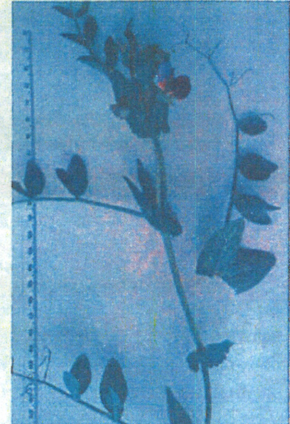
Cuando las estípulas se sueldan por ambos lados, formando una expansión tubulosa que se extiende por encima del nudo del tallo, en este caso, se denomina ocreas, características de la familia de las poligonáceas.



Estipulas adherentes al peciolo en *Rosa canina* "rosa"



Estipula pseudofoliares en Rubiaceae



Estipulas foliares en *Pisum sativum* "arveja"



Espinas estipulares en *Euphorbia* sp.

Ocreas en *Rumex paraguayensis* "lengua de vaca"

3. ***Pecíolo***: Eje generalmente acanalado más o menos cilíndrico, que une el limbo al tallo.

Las hojas por el pecíolo son de dos tipos:

- **Hojas pecioladas**, si llevan pecíolos y
- **Hojas apecioladas, sentadas o sésiles**, si no llevan peciolo.

HOJAS PECIOLADAS

Las hojas según la forma del peciolo pueden ser:

- **Acanalado**, si presenta un canal en la parte dorsal, es el más común, como en *Fraxinus americana* "fresno"
- **Alado**, presenta expansiones membranosas a ambos lados, por ejemplo en *Citrus auriantum* "naranjo"
- **Filodio**, toma el aspecto de las hojas ordinarias como en *Eucaliptus globulus* "eucalipto"
- **Peltado**, si se inserta en el centro del envés del limbo como en *Tropaeolum majus* "Texao"
- **Cilíndrico**, como en *Pelargonium roseum*.
- **Inflado o vesiculoso**: lleno de aire como en *Eichornia crassipes* "jacinto de agua"

HOJAS APECIOLADAS, SENTADAS O SESILES

Las hojas sésiles o sentadas por su inserción en el tallo toman el nombre de

1. **Abrazadoras o amplexicaules**: Cuando la base del limbo rodea en parte al tallo como en *Sonchus oleraceus* "cerraja"
2. **Perfoliadas**: Si rodea por completo al tallo; *Bupleurum rotundifolum*
3. **Decurrentes o escurridas**: Si la base del limbo se prolonga a lo largo del tallo *Nicotiana tabacum* "Tabaco"

4. **Entresoldadas o connadas:** Cuando dos hojas opuestas se sueldan en su base, formando como un solo limbo atravesado por el tallo; como en el género *Calceolaria*.
5. **Equitantes:** Son hojas envainadoras que se disponen de tal modo que las externas cubren la base de las internas; *Ananas comosus* "piña"

4. ***Limbo***: Es la parte con forma plana. Su cara superior se denomina haz, más verdosa y brillante, y acumula la mayor parte de los cloroplastos. La inferior se llama envés, la base de la hoja más las estípulas se denomina hipopodio, mientras que el peciolo más el limbo constituyen el acrófilo.

Las láminas de las hojas o limbo constituyen grandes superficies para la absorción de la energía luminosa y el bióxido de carbono necesario para la fotosíntesis. Su parte apical se denomina ápice o vértice, su parte basal por donde se inserta el peciolo se denomina base, además presenta nervadura principal y nervaduras laterales o secundarias. El contorno del limbo se denomina borde o margen.

Filotaxia: Es la disposición de las hojas sobre el tallo.

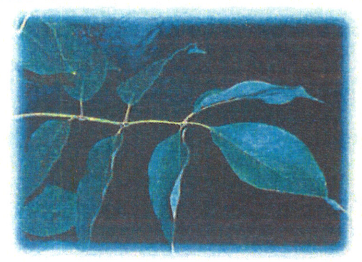
1) **Alternas o esparcidas:** Se insertan aisladamente a diferentes alturas del tallo, o una por cada nudo; *Hibiscus rosa-sinensis* "Cucarda«.
   a) Disticas: Son alternas en dos hileras opuestas, dando la apariencia que fueran hojas opuestas; *Taxus baccata*.
   b) Tristicas: Si las hileras de las hojas son tres; Junco (*Cyperus*), musgos.
2) **Opuestas:** Cuando las hojas se disponen de dos en dos en cada nudo *Menta piperita* «menta ", *Olea europea* "olivo".
   a) Decusada o cruzada: Las opuestas que se situan en angulo recto con respecto a las del nudo anterior, Dianthus cariophyllus "clavel".
3) **Verticiladas:** Si son más de tres hojas que se hallan en cada nudo alrededor del tallo ; Nerium "kande:" «Laurel rosa"

CLASIFICACION DE LAS HOJAS

Las hojas se clasifican de acuerdo a los siguientes parámetros:

A. Por su duración

1. **Caduca:** la que se desprende de la planta, al llegar la época desfavorable para la planta *Fraxinus americana* "fresno"





Hojas caducas del fresno *Fraxinus americana* a la izquierda una hoja normal, a la derecha una hoja a punto de caer.

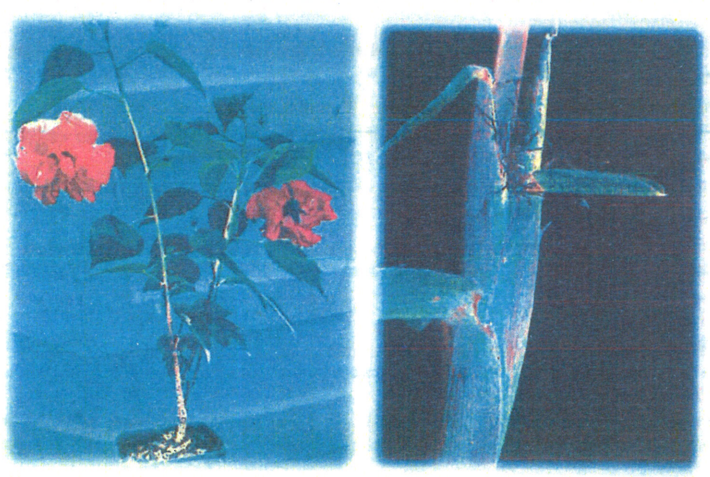
2. **Persistente:** La que persiste sobre la planta por lo menos durante la primera estación desfavorable *Eucalyptus globulus* "eucalipto"



Hojas persistentes en el eucalipto *Eucalyptus globulus*

B. Por la vaina

1. **Normal:** *Hibiscos rosa-sinensis* "cucarda"
2. **Envainadora:** *Zea mays* "maiz"



Hojas normales en la "cucarda" *Hibiscus rosa-sinensis* y hoja envainadora en el "maíz" *Zea mays*

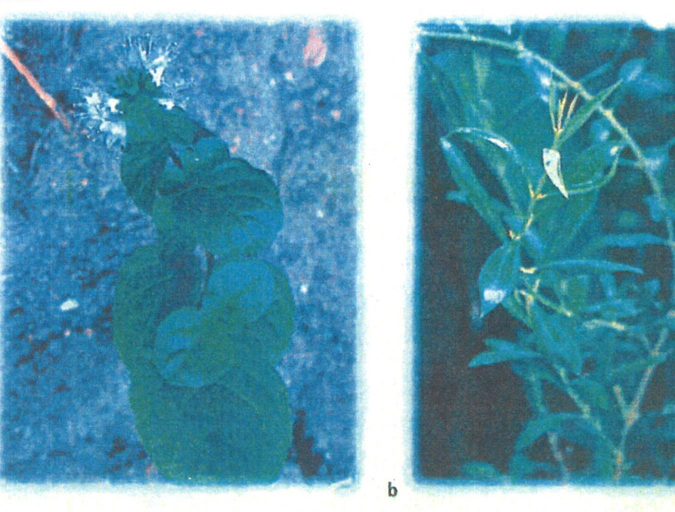
C. Por su disposición en el Tallo

1) **Alternas o esparcidas:** Se insertan aisladamente a diferentes alturas del tallo, o una por cada nudo; *Hibiscus rosa-sinensis* "Cucarda".
   a) Disticas: Son alternas en dos hileras opuestas, dando la apariencia que fueran hojas opuestas; *Taxus baccata*.
   b) Tristicas: Si las hileras de las hojas son tres; Junco (*Cyperus*), musgos.

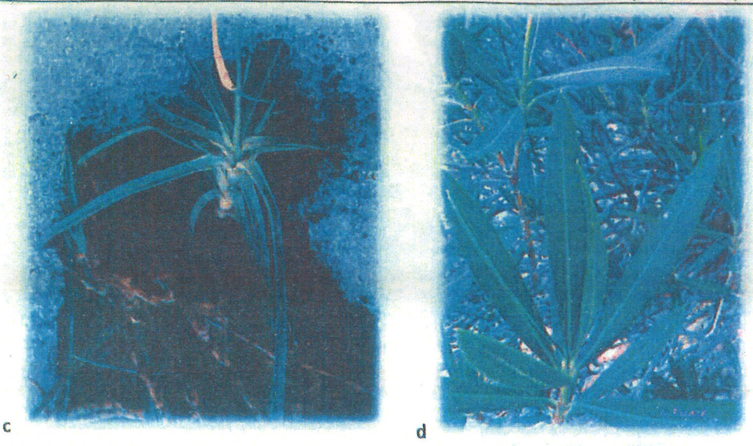


Hojas alternas dísticas de *Taxus baccata* y hojas alternas tristicas de *Cyperus natalensis*

2) **Opuestas:** Cuando las hojas se disponen de dos en dos en cada nudo *Mentha piperita* «menta ", *Olea europea* "olivo".
   a) Decusada o cruzada: Las opuestas que se sitúan en ángulo recto con respecto a las del nudo anterior, *Dianthus cariophyllus* "clavel".
3) **Verticiladas:** Si son más de tres hojas que se hallan en cada nudo alrededor del tallo; *Nerium oleander* "Laurel rosa"



a b



c d

Hojas opuestas en *Mentha piperita* "hierbabuena" (a) y *Olea europea* "olivo" (b); hojas opuestas decusadas en *Dianthus cariophyllus* "clavel" (c) y hojas verticiladas en *Nerium oleander* "laurel rosa" (d)

D. *Por el peciolo*

1. **Peciolada:**

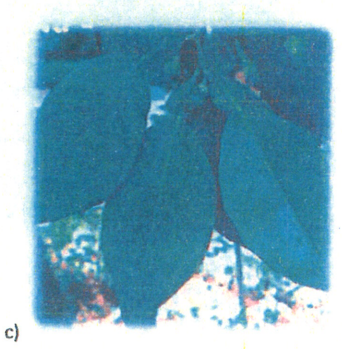
a) Cilíndrica: *Ficus carica* "higo"
b) Filodio: *Eucalyptus globulus* "eucalipto"
c) Alado: *Citrus auriantum* "naranjo"
d) Peltado: *Tropaeolum majus* "mastuerzo"
e) Inflado o vesiculoso: *Eichornia crassipes* "Jacinto de agua"
f) Acanalado: *Fraxinus americana* "fresno"



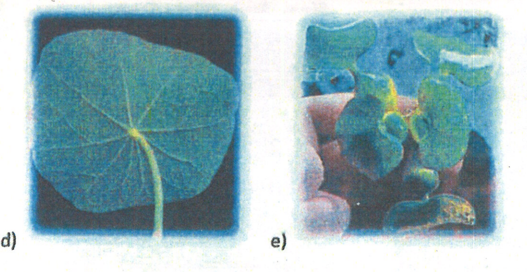
a)



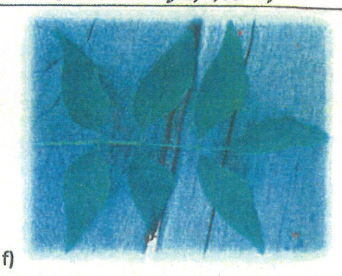
b)



c)



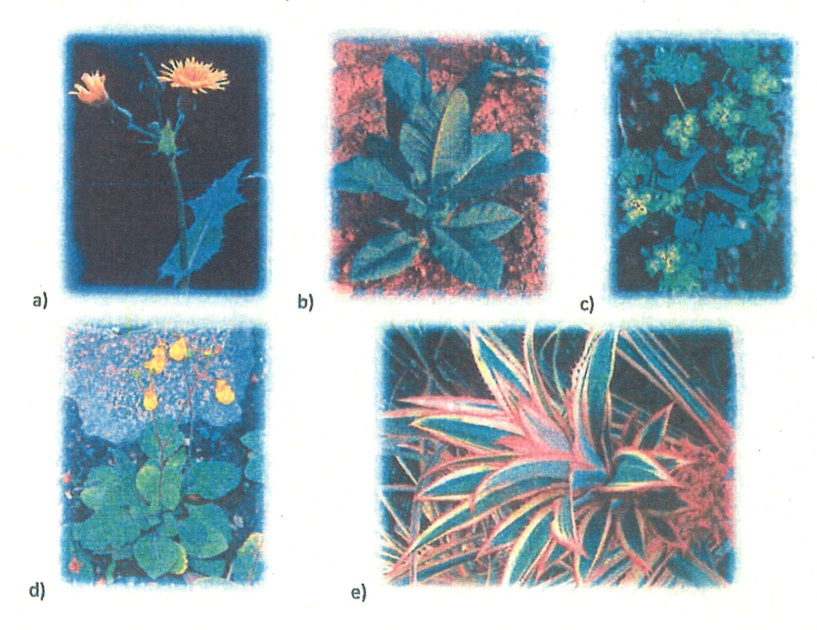
d) e)



f)

2. **Sésil:**

a) Abrazadoras o amplexicaule: *Sonchus oleraceus* "cerraja"
b) Decurrente: *Nicotiana tabacum* "tabaco"
c) Perfoliada: *Bupleurum rotundifolius*
d) Entresoidadas o connadas: *Calceolaria* sp. "zapatilla"
e) Equitantes: *Ananas tomosus* "piña"



a) b) c) d) e)

E. *Por el limbo*

Las características externas del limbo o lámina son en general, ápice, márgen y base, estas características son bastantes variables por lo cual hay una infinidad de nombre para cada variación.

1. **Simetría del limbo:**

a) **Simétrica:** el limbo se divide en dos parte Iguales a partir del nervio principal, *Ficus elastica* "caucho»
b) **Asimétrica:** en el que el limbo no se divide en dos partes iguales, *Eucalyptus globulus* "eucalipto"


a)

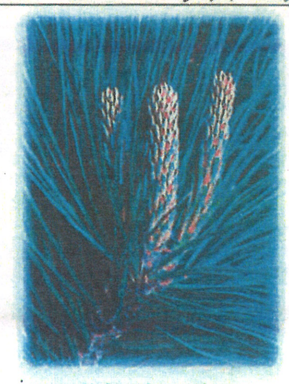

b)

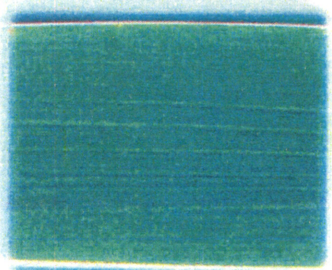
2. **Por la nervadura:**
   a) **Eninervada:** Son aquellas en cuya limbo parecen no poseer nervaduras, *Aloe vera* "sábila"
   b) **Uninervada:** con un solo nervio, como las hojas de la mayoría de los pinos. *Pinus radiata* "pino"
   c) **Plurinervada:**
      - **Paralelinervia:** cuando las nervaduras secundarias son aproximadamente paralelas entre sí a todo lo largo del limbo, que generalmente es alargado *Iris germanica* "lirio" y *Musa paradisiaca* "plátano"
      - **Penninervia:** cuando a partir de la nervadura principal, las nervaduras secundarias arrancan lateralmente a ambos lados, pudiendo ser rectas, oblicuas y curvas. Tenemos aquí también:
        Reticuladas, cuando las nervaduras terciarias son prominentes y se encuentran formando una malla o red en todo el limbo foliar;
        Anastosomadas, aquellas que poseen un nervio prominente, paralelo al borde de la hoja y en cual se unen los extremos de los nervios secundarios.
      - **Palminervia o palmada:** cuando varias venas principales salen del extremo del pecíolo y crecen en sentido divergente en forma semejante a los dedos de una mano abierta, llamándose las hojas palminervadas, como el *Ricinus communis* "higuerilla".

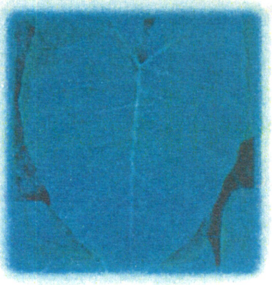
Cuando la hoja es peltada, las nervaduras se disponen como radios y se denomina: venación peltada y la hoja peltinervada como en *Tropaeolum majus* "mastuerzo" o "texao".

Las hojas de las monocotiledóneas poseen nervaduras generalmente paralelinervia en cambio, las hojas de dicotiledóneas, la nervadura puede ser penninervia o palminervia.


Hoja eninervada


Hoja uninervada


Hoja paralelinervia


Hoja penninervia recta

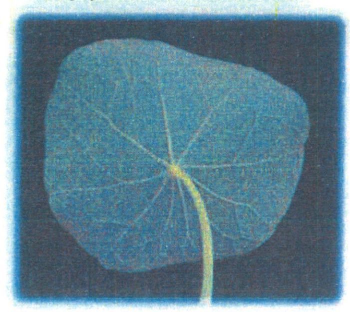

Hoja penninervia oblicua


Hoja penninervia curva


Hoja penninervia reticulada

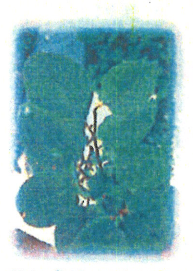

Hoja penninervia anastosomada


Hoja palmatinervia


Hoja peltinervia

3. **Por la forma del limbo:**
   a) Elíptica: cuando el mayor ancho se encuentra al centro del limbo *Cydonia oblonga* "membrillo"
   b) Ovada: presenta la forma de un huevo, el ancho de la base es mayor que en el ápice del limbo y ambos extremos son redondeados *Plantago major* "llanten"
   c) Obovada: parecidas a la anterior, pero el ancho de la base es menor que el del ápice del limbo *Syzygium (=Eugenia) jambos* "pomarrosa"
   d) Lineal: cuando el ancho es uniforme pero muy angosto *Triticum aestivum* "trigo"
   e) Acicular: cuando tienen la forma de una aguja *Pinus radiata* "pino"
   f) Lanceolada: presentan la forma de una lanza, la base es obtusa y de mayor ancho que el ápice agudo *Nerium oleander* "laurel rosa"
   g) Oblanceoladas: parecidas a la anterior pero la base es aguda y de menor ancho que el ápice obtuso
   h) Ensiforme: cuando es semejante a una espada, larga de bordes paralelos y afilados terminando en punta *Iris germanica* "lirio"
   i) Orbicular: cuando presentan una forma circular cuyo largo y ancho tienen el mismo diámetro *Tropaeolum majus* "texao"
   j) Espatulada: cuando semejan a una espátula, tienen el ápice redondeado y ensanchado, y la base se atenúa gradualmente *Calendula officinalis* "margarita"
   k) Falcada: en forma de hoz, forma aplanada y curvada lateralmente, alargadas y de ápice agudo *Eucaliptus globulus* "eucalipto"
   l) Cordada: llamada acorazonada, la base es hendida y ensanchada y el ápice es obtuso o agudo, el largo es mayor que el ancho *Ipomoea purpurea* «campanilla"
   m) Reniforme: forma de riñón, el largo es menor que el ancho del limbo, la base es hendida y el ápice redondeado *Pelargonium roseum* "geráneo"

   n) Sagitada: en forma de saeta, el ápice es alargado y punteagudo, la base presenta dos lóbulos 'más o menos divergentes *Zantedeschia aetiopica* "cala" o "cartucho"
   o) Deltoidea: cuando se asemeja a un triángulo isósceles y el pecíolo se sostiene por la mitad de uno de los lados *Populus nigra* "álamo"
   p) Hastada: es parecida a la forma sagitada, más, en ésta, tanto el ápice como los lóbulos inferiores suelen ser muy agudos, y estos no son muy divergentes *Rumex acetocella* "lengua de vaca"
   q) Pertusa: se aplica a las hojas fenestradas cuando las perforaciones son escasas como en *Monstera deliciosa* "costilla de adán"
   r) Romboidal: parecida a un rombo, el ápice y la base son obtusos
   s) Irregulares: llamadas también asimétricas, cuando el limbo no posee una simetría bilateral.
   t) Flabelada: cuando tiene la forma de un abanico *Ginkgo biloba* "ginkgo"
   u) Oblonga: Si tiene los bordes paralelos y pueden ser cortos o alargados *Cassia acutifolia*

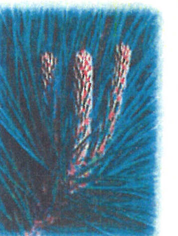

Hoja elíptica en *Cydonia oblonga* "Membrillo"


Hoja ovada en *Plantago major* "Llanten"

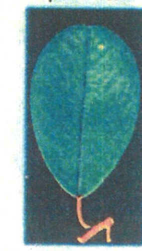

Hojas lanceoladas en *Syzygium jambos* "pomarrosa"

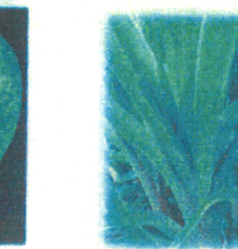

Hojas lineales en *Triticum aestivum* "trigo"

Hojas lanceola

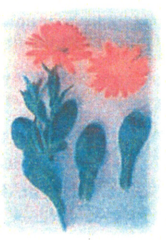

Hojas aciculares en *Pinus radiata* "Pino"


Hojas oblanceoladas en *Nerium oleander* "laurel rosa"


Hoja oblongas en *Capparis odoratissima* Zapote


Hoja ensiforme en *Iris germanica*


Hoja orbicular en *Tropaeolum majus* "Texao"

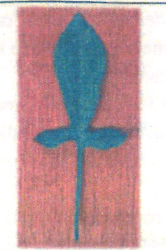

Hoja espatulada en *Calendula officinalis*


Hojas falcadas en *Eucalyptus globulus*


Hojas reniformes en *Pelargonium zonale*

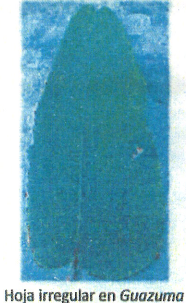

Hoja sagitada en *Zantedeschia aetiopica*


Hoja deltoide en *Populus nigra*

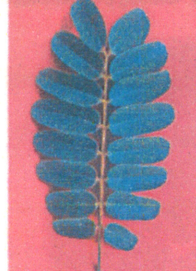

Hoja hastada en *Rumex acetosella*

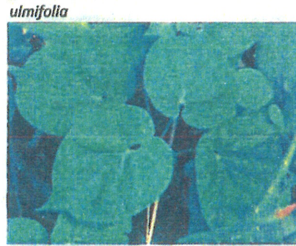

Hoja pertusa en *Monstera deliciosa*


Hojas romboidales en *Nicotiana glauca*


Hoja irregular en *Guazuma ulmifolia*


Hojas flabeladas en *Ginkgo biloba*

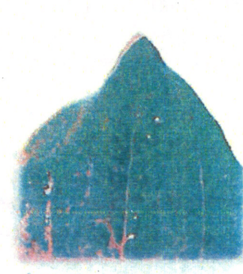

Hoja compuesta con foliolos oblongos en *Casia acutifolia*

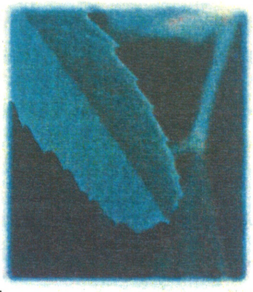

Hoja acorazonada en *Ipomoea purpurea*

4. **Por la forma del ápice:**
   a) **Aguda:** cuando los lados del ápice son rectos y al unirse forman un ángulo agudo mayor de 45° y menor de 90° *Nerium oleander* "laurel rosa"
   b) **Obtusa:** cuando los lados del ápice son rectos y al unirse forman un ángulo obtuso mayor de 90° y menor de 180° de abertura *Plantago major* "llanten"
   c) **Mucronada:** cuando el ápice tiene un ángulo interno mayor de 90° y el acumen es muy pequeño, más o menos agudo *Melilothus indicus* "meliloto, trebol"
   d) **Acuminada:** cuando el acumen tiene alrededor de 1 cm de largo *Prunus persica* "melocotonero"
   e) **Caudada-acuminada:** cuando el acumen es prominente y tiene más de 2 cm de largo.
   f) **Emarginada:** si tiene una hendidura profunda que separa el ápice en dos pequeños lóbulos *Trifolium repens* "trébol"
   g) **Cuspidada:** si el ápice se proyecta en una prolongación membranosa y larga *Zentedeschia aetiopica* "cala, cartucho"
   h) **Apiculada:** cuando la nervadura media se proyecta débil y ligeramente hacia fuera
   i) **Aristada:** si la nervadura media se prolonga largamente, tiene consistencia rígida, pero frágil, como en las brácteas protectoras de las flores de muchas gramineas, como *Hordeum vulgare* "cebada"

   j) **Truncada:** cuando el ápice parece que ha sido cortado transversalmente.

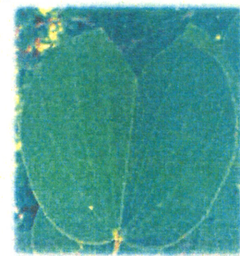

Ápice agudo en *Nerium oleander*

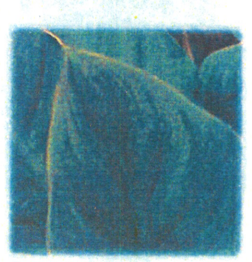

Ápice obtuso en *Plantago major*

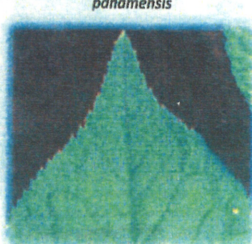

Ápice mucronado en *Melilothus indicus*

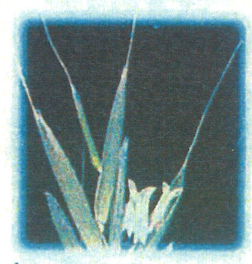

Ápice acuminado en *Prunus persica*

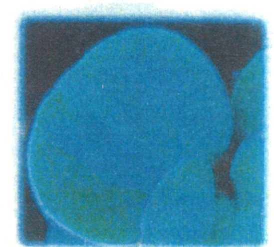

Ápice caudado-acuminado en *Lacmellea panamensis*


Ápice emarginado en *Trifolium repens*


Ápice cuspidado en *Zanthedeschia aetiopica*

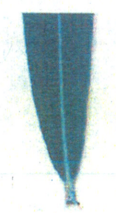

Ápice apiculado en *Prunus americana*

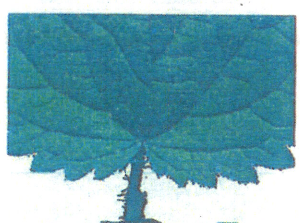

Ápice aristado en las glumas de *Poa annua*

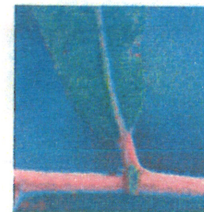

Ápice truncado en *Pistia striatotes*

5. **Por la base**
   a) **Aguda:** cuando los lados del limbo son rectos y al unirse forman un ángulo agudo mayor de 45° y menor de 90°, *Nerium oleander* "laurel rosa"

b) **Obtusa:** cuando los lados del limbo son rectos y al unirse forman un ángulo obtuso mayor de 90° y menor de 180° de abertura *Urtica urens* "ortiga"
c) **Cuneada:** en forma de cuña *Salix chilensis* "sauce"
d) **Sagitada:** si la escotadura es profunda y los lóbulos agudos dirigidos hacia abajo *Zantedeschia aetiopica* "cala"
e) **Auriculada:** cuando tiene los lóbulos angostos y redondeados *Sonchus oleraceus* "cerraja"
f) **Cordada:** o acorazonadas cuando hay una escotadura donde se inserta el peciolo, formando dos lóbulos laterales redondeados como en *Ipomoea purpurea* "campanilla"
g) **Reniforme:** cuando adopta la forma de un riñón, *Pelargonium roseum* "geranio"
h) **Hastada:** cuando se ensancha en dos lóbulos divergentes *Rumex crispus* "lengua de vaca"
i) **Redondeada:** en forma más o menos redonda como *Citrus aurantium* "naranjo"
j) **Oblicua:** cuando los dos lóbulos de la base terminan a diferente altura *Celtis iguanaea* "olmo"


Hoja con base cuneada en *Nerium oleander*

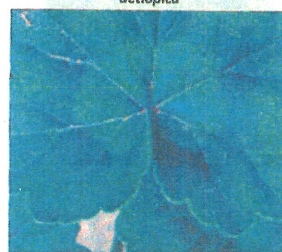

Hoja con base obtusa en *Urtica dioica*

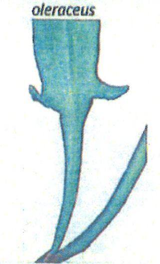

Hoja con base obtusa en *Salix chilensis*


Hoja con base sagitada en *Zantedeschia aetiopica*

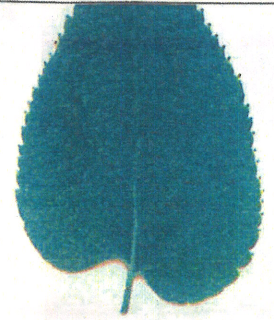

Hoja con base auriculada en *Sonchus oleraceus*


Hoja con base acorazonada en *Ipomoea purpurea*


Hoja con base reniforme en *Pelargonium roseum*


Hoja con base hastada en *Rumex acetosella*


Hoja con base redondeada en *Citrus aurantium*


Hoja con base oblicua en *Celtis iguanaea*

6. Por el borde o margen

a) **Entera.** Cuando sus bordes son lisos como en *Ficus elástica* "caucho"
b) **Lobada.** Con escotaduras y lóbulos mas o menos profundos y anchos como en *Euphorbia pulcherrima* "cardenal"
c) **Festoneada o crenada.** Si en vez de dientes apuntados los tienen redondeados, como en *Pelargonium zonale* "geranio"
d) **Erosa.** cuando posee dientes no uniformes o pequeñas sinuosidades poco profundas y desiguales *Cornus sericea.*
e) **Ondulada y sinuosa.** cuando los bordes presentan depresiones ligeras y profundas. *Quercus robur*
f) **Dentada.** si tiene incisiones a manera de dientes rectos *Chenopodium ambrosioides* "paico"
g) **Aserrada.** cuando los dientes se inclinan hacia el ápice de la hoja *Rosa canina* "rosa"
h) **Lacerada.** cuando los bordes están divididos desigual y más o menos profundamente. *Potentilla pulchella*
i) **Mucronada.** cuando los borden presentan prolongaciones endurecidas y punzantes como en *Aloe vera* "sábila"

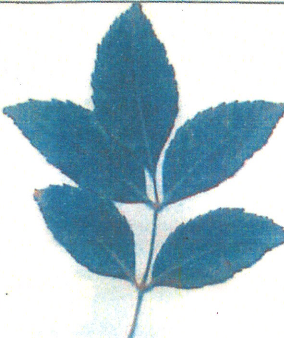

Hoja con margen entero en *Ficus elástica*

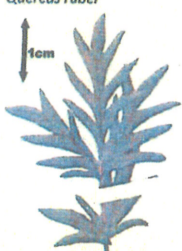

Hoja con borde lobado en *Euphorbia pulcherrima*


Hoja con borde eroso en *Cornus sericea*

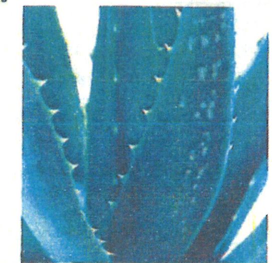

Hoja con borde onduloso o sinuoso en *Quercus ruber*


Hoja con borde dentado en *Chenopodium ambrossioides*


Hoja con borde aserrado en *Rosa canina*



Hoja con borde lacerado en *Potentilla pulchella*


Hoja con borde mucronado en *Aloe vera*

7. **Por la división parcial del limbo**

a) En las hojas pennadas. Cuando las incisiones son profundas y se dirigen hacia la vena media o raquis. Entre estas tenemos tres tipos:

- **Pinnatilobadas.** Cuando las incisiones mayores que dientes se presentan en pares a lo largo de la hoja, quedando equidistantes del borde, pero tales hendiduras no llegan a la mitad del semilimbo. Ejemplo: *Brassica nigra* "mostaza".
- **Pinnatihendidas o Pinnatifida.** Cuando las incisiones llegan a la mitad de la nervadura central; se presentan de dos variantes:
  - **Liradas**, si tienen un lóbulo terminal más grande que los lóbulos laterales, los cuales son redondeados y se hacen más pequeños hacia la base, por ejemplo *Raphanus sativus* "Rabanito"
  - **Runcinadas**, si los lóbulos son agudos y dirigidos hacia la base, ejemplo: *Taraxacum officinale* "diente de león", *Sonchus oleraceus* "cerraja".
- **Pinnatipartida o Pinnatisecta.** Cuando las incisiones llegan casi a la línea media. Por ejemplo en *Tagetes erecta* "flor de muerto", *Coriandrum sativum* "culantro".


Hoja pinnatilobada en *Brassica nigra*


Hojas pinnatihendidas liradas en *Raphanus sativus*


Hoja pinnatihendida runcinada en *Sonchus oleraceus*

Hojas pinnatihendida runcinada en *Taraxacum officinalis*

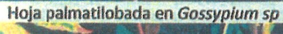

Hoja pinnatisecta en *Tagetes erecta*


Hoja pinnatisecta en *Coriandrum sativum*

b) Cuando se trata de hojas palmadas. Se tiene las siguientes denominaciones: **Palmatilobada, palmatihendida o palmatifida y palmatipartida o palmatisecta.** Cuando las incisiones se dirigen hacia la base del limbo; por ejemplo en *Gossypium peruvianum* "algodón", *Ricinus communis* "higuerriila"y *Manihot sculenta* "yuca" respectivamente.

Se consideran también como variantes de las palmadas:

- **Hojas bilobadas**, con dos lóbulos: por ejemplo *Bauhinia aculeata* "pie de cabro";
- **Hojas trilobadas**, a las hojas palmadas con tres lóbulos, por ejemplo *Passiflora punctata* "ñorbo"
- **Hojas pedadas**, variante de la palmatisecta, con los segmentos laterales a su vez divididos en segmentos menores por ejemplo *Cyclanthera pedata* "caigua del país".



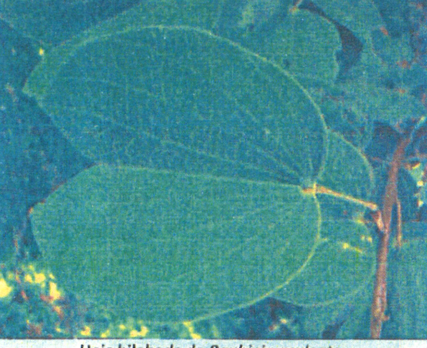
Hoja palmatilobada en *Gossypium sp*



Hoja palmatihendida en *Ricinus communis*



Hoja palmatisecta de *Manihot esculenta*



Hoja bilobada de *Bauhinia aculeata*



Hoja trilobada de *Passiflora punctata*



Hoja pedada de *Cyclanthera pedata*

8. **Por la división total del limbo.**

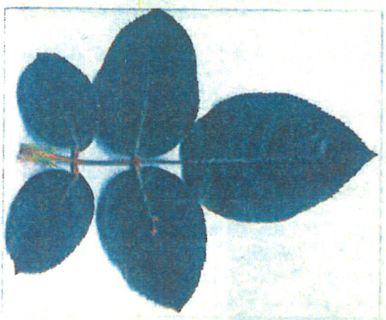
Hojas compuestas. En el caso que el limbo se divide en porciones separadas enteramente unas de otras, denominadas hojuelas, pinnas o foliolos y la hoja que las lleva se llama COMPUESTA, las que pueden ser:

a. **Pinnadas o Pinnaticompuestas.** Cuando los foliolos se insertan a lo largo de la vena media. A su vez son:
   - **Imparipinnadas;** cuando el raquis termina en un solo foliolo siendo el numero de estos impar, por ejemplo en *Rosa canina* "rosa", *Juglans neotropica* "nogal"
   - **Paripinnada**, cuando no hay foliolo terminal alguno, sino, un par de ellos, ejemplo: *Inga feullei* "pacae".

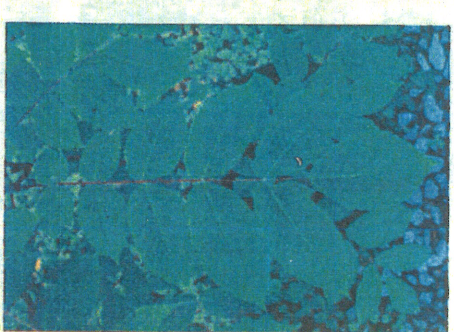
Los foliolos de las hojas pinnadocompuestas, a su vez son pinnados, resultando una hoja doblemente pinnada o bipinnada, y si termina en foliolos impares se denominan biimparipinnadas, y si termina en foliolos pares será biparipinnada (ejemplo: *Mimosa pigra* "uña de gato"). A veces se presentan hojas tripinnadas, tetrapinnadas o a veces más.

b. **Digitadas o Palmaticompuestas.** Si los foliolos se insertan en el extremo del peciolo. Ejemplo: *Lupinus mutabilis* "chocho", *Ceiba pentandra* "ceibo". Estas a su vez pueden ser:
   - **Bifoliadas.** Cuando presentan dos foliolos, por ejemplo: *Mimosa púdica* "sensitiva",
   - **Trifoliada.** cuando son tres foliolos, por ejemplo: *Trifolium repens* "trébol";
   - **Bigeminada.** cuando en la hoja bifoliada cada peciolo secundario presenta dos foliolos como en *Pithecelobium dulce*

Las hojas pinnadas o palmadas de las "palmeras", no se consideran como compuestas; su apariencia foliada es ocasionada por el desgarramiento del limbo, según líneas preexistentes, que coinciden con los dobleces del propio limbo presentes en la prefoliación, estas hojas son simples



Hoja compuesta imparipinnada en *Rosa canina*



Hoja compuesta imparipinnada en *Juglans neotropica*



Hoja compuesta paripinnada en *Inga feuillei*



Hoja compuesta biparipinnada en *Mimosa pigra*


Hoja digitada en *Lupinus mutabilis*


Hoja palmaticompuesta en *Ceiba pentandra*

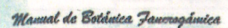

Hoja compuesta bifoliada en *Mimosa pudica*

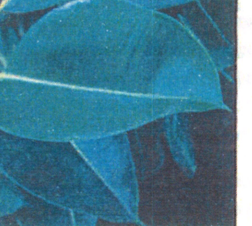

Hoja compuesta trifoliada en *Trifolium repens*


Hoja compuesta bigeminada en *Pithecelobium dulce*

F. Por su investidura

1. **Pubescente:** si presenta pelos o tricomas "geranio"
2. **Glabro:** carece de pelos o tricomas
   - **Liso:** *Ficus elastica* "ficus"
   - **Aspero:** *Nerium oelander* "laurel rosa"

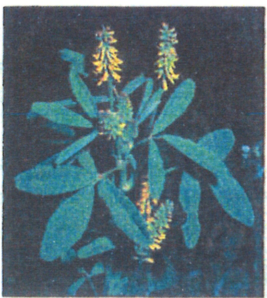

Hoja pubescente en *Pelargonium sp*


Hoja glabra lisa en *Ficus elástica*

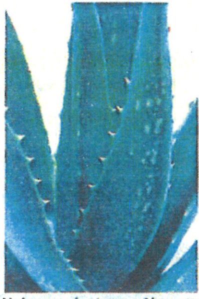
Hoja glabra aspera en *Nerium oleander*

G. Por su consistencia

1. **Membranosa:** si son delgadas y suaves al tacto: *Melilothus indicus* "trébol"
2. **Coriácea:** tiene la consistencia de cuero, debido al engrosamiento de la cutícula, se le denomina también esclerófila *Eriobotrya japonica* "níspero"
3. **Suculenta o carnosa:** Cuando son gruesas por su contenido en sustancias líquidas, se les denomina también crasas *Aloe vera* "sábila"
4. **Escariosas o escamosas:** cuando tienen color y consistencia de hojas secas como en *Tiquilia*
5. **Papiráceas:** si se parecen al papel, la mayoría de las hojas presenta este tipo


Hojas membranosas en *Melilothus indicus*


Hojas coriáceas en *Eriobotrya japonica*


Hojas suculentas en *Aloe vera*



Hojas escariosas en *Tiquilia elongata*


Hojas papiráceas en Salphicroa

Modificaciones y adaptaciones de las hojas

1. ***Hojas embrionarias o cotiledones***
Son las hojas del embrión, que son las primeras que asoman al germinar la semilla. Generalmente su número es característico para cada grupo de plantas: un cotiledón en monocotiledóneas, dos en dicotiledóneas y dos a varios en gimnospermas.

En algunos casos no emergen a la superficie y sólo sirven para absorber (gramíneas) o ceder sustancias alimenticias a la planta en desarrollo (Pisan, Quemas). En otros casos son órganos fotosintetizadores verdes. En general tienen vida breve, y su forma es diferente a la de los nomófilos, como en el *Fraxinus americana* "fresno"

En algunas Gesneriaceae tropicales como *Monophyllea* y *Streptocarpus*, son las únicas hojas que se forman. Una se agranda considerablemente, y constituye una hoja vegetativa de larga duración. En su axila se desarrolla la inflorescencia.

2. ***Hojas primordiales***
Son las primeras hojas que nacen por encima de los cotiledones de la planta joven. En plantas con hojas compuestas como el fresno y el frijol las hojas primordiales son simples o con menor número de folíolos, mientras en otras plantas como la arveja son más reducidas

3. ***Hojas superiores, hipsofilos o brácteas***
Se denomina hoja superior, hipsofilo o bráctea a cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores, y distinto por su forma, tamaño, consistencia, color, etc. Como por ejemplo en *Euphorbia pulcherrima* y *Bouganvillea spectabilis*.

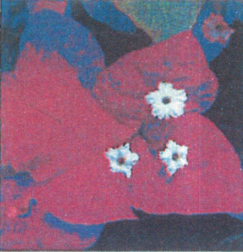
Cuando se encuentran sobre el eje principal se llaman hojas superiores, brácteas o hipsofilos, y cuando se encuentran sobre un eje lateral de cualquier inflorescencia reciben el nombre de bractéolas (últimamente denominadas profilos). La bractéola nace sobre el pedicelo floral, a mayor o menor altura, pero por encima de la base.

Generalmente su función es la de proteger las flores tiernas o en otros casos son de colores vivos y, entonces sirven para atraer a los insectos que efectuara la polinización.

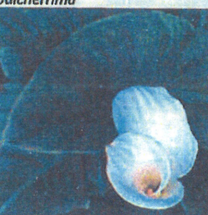
Existen casos en que reciben denominaciones especiales tales como:

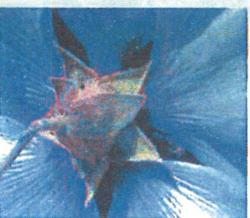
- **Glumas**, que protegen a las flores de las gramíneas y ciperáceas
- **Espata**, Bráctea grande que envuelve y protege a la inflorescencia llamada espádice, por el ejemplo *Zantedeschia aetiopica* y demás aráceas
- **Involucro**, conjunto de brácteas que rodean y protegen a la inflorescencia denominada capítulo o cabezuela, por ejemplo en *Helianthus annus* y todas las demás asteráceas y apiáceas
- **Calículo o sobrecáliz**, conjunto de brácteas que acompañan a una sola flor dispuesta exteriormente al cáliz como por ejemplo en las malváceas en general.


Brácteas en *Euphorbia pulcherrima*


Brácteas en *Bouganvillea spectabilis*

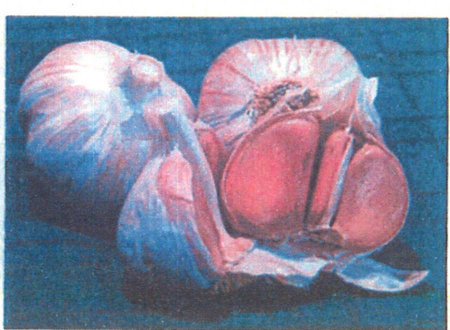

Glumas en flores de poaceas


Espata en *Zantedeschia aetiopica*


Sobrecáliz o calículo en *Althaea rosea*

4. ***Hojas inferiores o catafilos***
Se presenta en la rama de los árboles, como escamas (pérulas) de las yemas envolviendo y protegiendo al brote tierno; los rizomas poseen escamas incoloras, más o menos desarrolladas, a veces aparentes y ordinariamente de vida corta; y por último se tienen las escamas o cáscaras de los bulbos que sirven como almacenadoras de sustancias, como por ejemplo *Allium sativum* "ajo".


Yema perulada de *Quercus ruber*


Escamas o cascaras en bulbos compuestos de *Allium sativum*

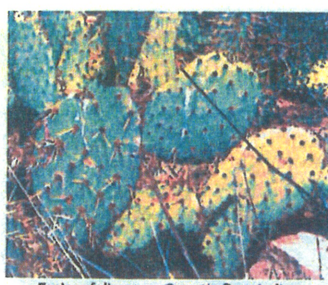
5. ***Hojas crasas, carnosas o suculentas***
Aquellas cuyo grosor se debe al gran desarrollo del parénquima acuífero por lo tanto su función es acumular agua como sustancia de reserva, generalmente son de climas cálidos y secos. Por ejemplo *Aloe vera* "sábila", *Agave americana* "cabuya".


Hojas crasa en *Aloe vera*


Hojas crasas en *Agave americana*

6. ***Espinas foliares***

Son hojas transformadas en elementos punzantes denominadas espinas, para la defensa contra animales herbívoros y evitar la pérdida de agua por transpiración, por ejemplo en todas las especies de cactus como en *Opuntia ficus-indica* "tuna", o en *Prosopis* sp. Donde las estípulas se han transformado en espinas, por eso se encuentran a los costados de los peciolos en las hojas.


Espinas foliares en *Opuntia ficus-indica*


Espinas foliares en *Prosopis juliflora*

7. ***Zarcillos foliares***

En ciertas plantas las hojas se transforman en zarcillos y lo pueden hacer en la totalidad del limbo foliar o solo en la parte terminal de la hoja simple o compuesta, por ejemplo en "arveja" *Pisum sativum*.


Zarcillos foliares apicales en *Pisum sativum*

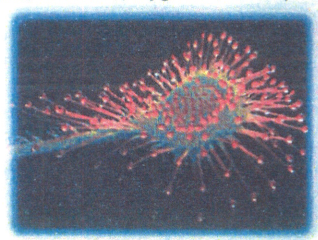
8. ***Estípulas***

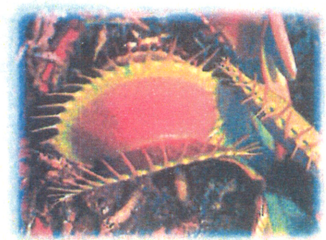
Son expansiones foliáceas de forma y dimensiones variables y que en número de dos acompañan a la base del pecíolo, desempeñan funciones de protección (*Rosa canina*) y en algunos casos llevan a cabo la fotosíntesis (*Pisum sativum*)


Estipulas en *Pisum sativum*

9. ***Hojas carnívoras o insectívoras***

Las hojas de las plantas carnívoras o insectívoras son capaces de capturar pequeños insectos u otros animalillos, la conformación de las hojas es diversa según la forma de la captura, como por ejemplo los ascidios, tentáculos, vejigas de succión y limbos bisagra.


Hoja tipo tentáculo en *Drosera* sp.


Hoja tipo bisagra en *Dionaea* sp.



Hojas con vejigas de succión en *Utricularia* sp.

Hojas tipo ascidios en *Nepenthes* sp.

10. Hojas captadoras de agua

Plantas que presentan modificación de algunas de sus hojas, estas hojas forman recipientes vacios donde se colectan desperdicios y agua de lluvias, en tales recipientes vive una fauna particular denominada fitotelmata a veces acompañada de colonias de hormigas que aumentan el suministro de nitrógeno de la planta. Las raíces que se forman en el nudo que se encuentra por encima de la hoja modificada crecen en sentido descendente y hacia el interior de la maceta, desde donde absorben agua y minerales (*Dischidia rafflesiana* "planta con maceta")



11. Antófilos u hojas florales

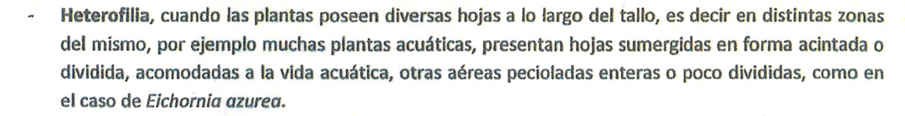
Son las hojas modificadas que constituyen los órganos florales.



Antofilos en *Malva sylvestris*

Dimorfismo foliar

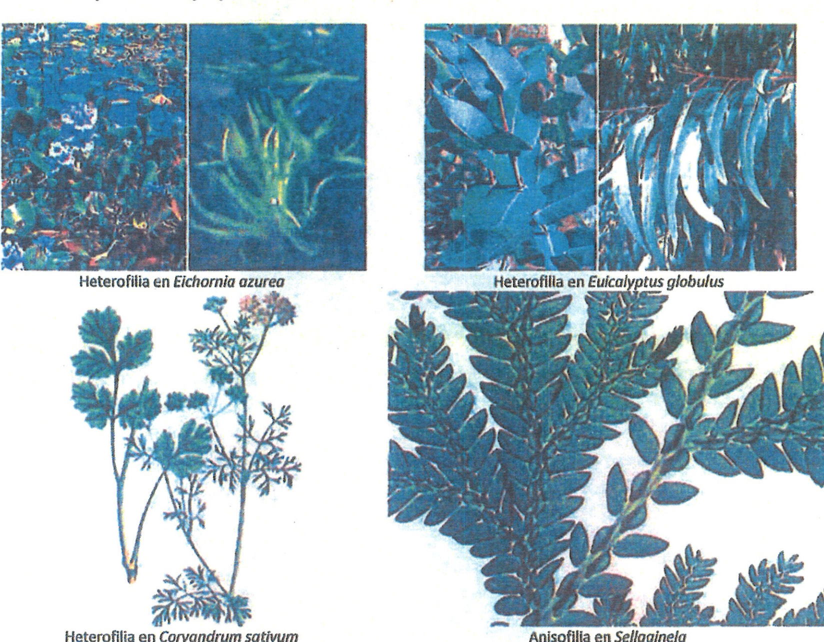
Generalmente las hojas de una planta poseen igual forma, variando únicamente en el tamaño según su estado de desarrollo. Sin embargo, existen casos en los cuales se encuentra sobre una misma planta hojas de dos o más formas distintas, por lo que se consideran: hojas heterófilas y anisófilas.



- **Heterofilia**, cuando las plantas poseen diversas hojas a lo largo del tallo, es decir en distintas zonas del mismo, por ejemplo muchas plantas acuáticas, presentan hojas sumergidas en forma acintada o dividida, acomodadas a la vida acuática, otras aéreas pecioladas enteras o poco divididas, como en el caso de *Eichornia azurea*.

  El *Eucalyptus globulus* "eucalipto" presenta, cuando es joven, hojas opuestas, cortas, oblongas y sentadas, cuando envejece la planta, las hojas son alternas, alargadas, lanceoladas, falcadas, más propiamente filodios, de igual manera se presenta en el *Coriandrum sativum* "culantro".

- **Anisofilia**, son aquellas plantas con dos o más formas diferentes de hojas insertas en un mismo nivel del tallo, como por ejemplo en el helecho *Sellaginella* que posee hojas grandes y pequeñas en las caras opuestas del pequeño tallo.



Heterofilia en *Eichornia azurea*

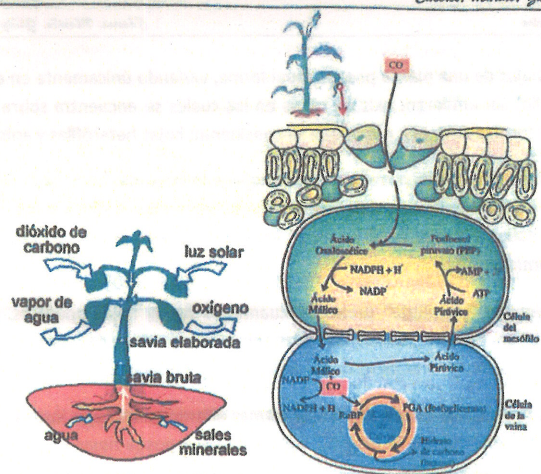
Heterofilia en *Euicalyptus globulus*

Heterofilia en *Coryandrum sativum*

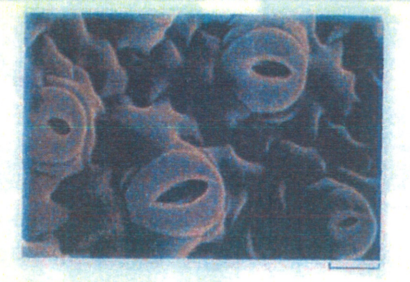
Anisofilia en *Sellaginela*

Funciones de las hojas

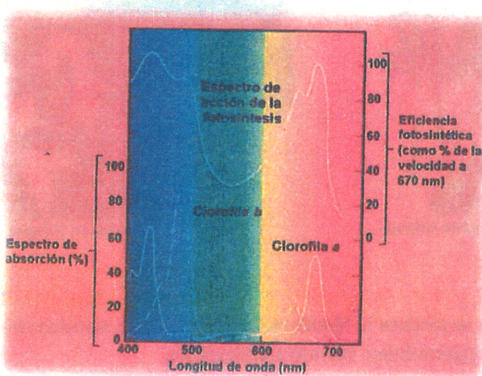
1. Fotosíntesis, por el que se produce la fijación del CO_2 atmosférico transformándolo junto al agua en carbohidratos, energía y O_2 este último liberado a la atmosfera.



2. Intercambio de gases (por las estomas), en los procesos de la fotosíntesis y respiración de las plantas.



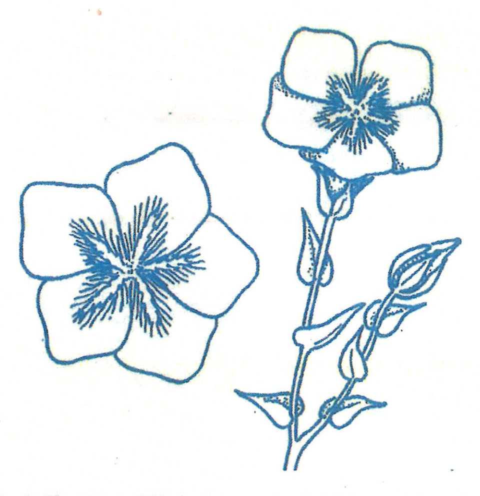
3. Absorción de luz solar para fotosíntesis: ultravioleta, violeta, azul (captación para los frutos), verde (captación de este color por las plantas), amarillo, rojo (captación para el crecimiento de hojas), infrarrojo.



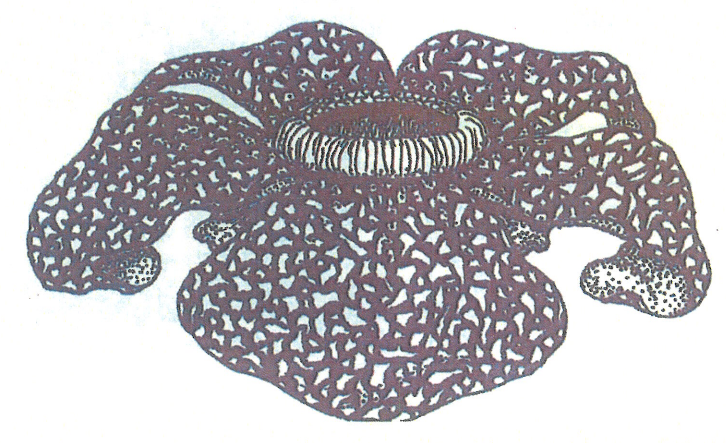
CAPITULO 6. FLORES E INFLORESCENCIAS

DEFINICIÓN

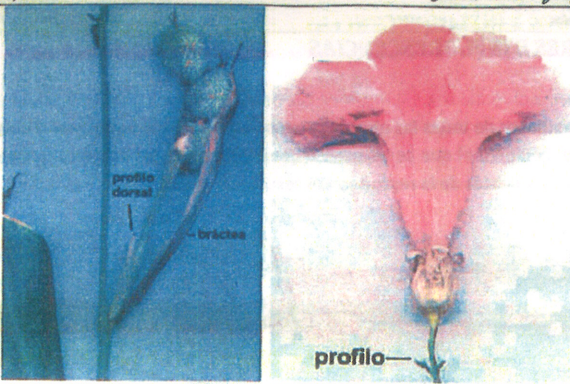
La flor es el órgano reproductor de todas las plantas superiores llamadas fanerógamas o antofitas, es un eje o tallo de crecimiento definido en el que se insertan hojas modificadas, los antófilos u hojas florales. En la flor tienen lugar los pasos esenciales de la reproducción sexual que son la meiosis y la fecundación.



La flor más grande es la de *Rafflesia arnokfli*, planta parásita de Vitáceas del sur de Asia. La flor mide más de 1 m de diámetro y pesa más de 7 kg. (Gentry).



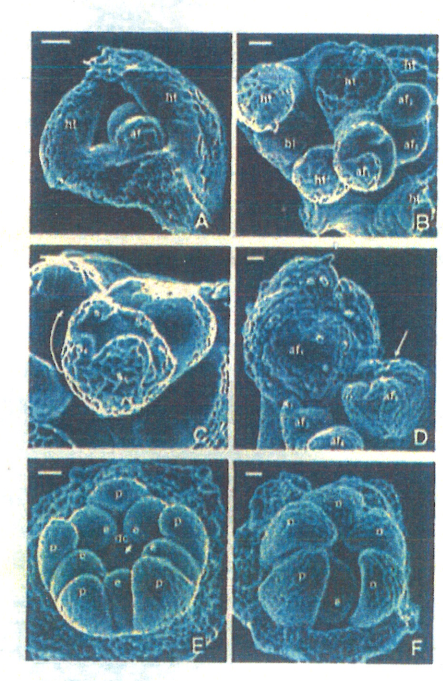
Comúnmente las flores se encuentran en la axila de hojas. Las flores están acompañadas de profilos o brácteolas, generalmente uno en posición dorsal en monocotiledóneas y dos de posición lateral en dicotiledóneas.



En la flor tienen lugar los pasos esenciales de la reproducción sexual que son la meiosis y la fecundación.

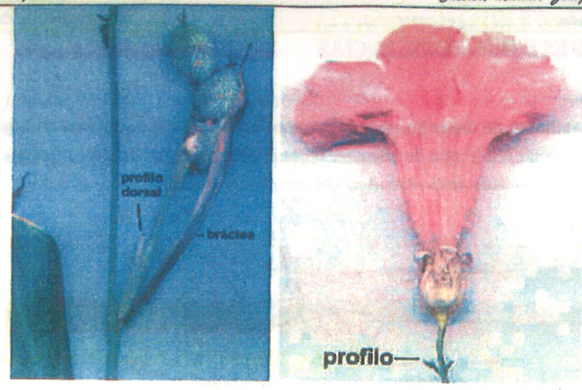
ORIGEN DE LAS FLORES

La flor se origina de un meristemo apical que se origina de un ápice vegetativo del tallo, tras la inducción por factores internos (genéticos y hormonales) y externos (ambientales).



A. Hojas tectrices protegiendo los ápices florales.
B. Ápices florales en distintos estados de desarrollo (af1-af3).
C. Formación de los sépalos en secuencia espiralada y en sentido de las agujas del reloj.
D. Ápices florales diferentes estados de desarrollo, estivación valvar en af2.
E. Primordio carpelar, primordios petalinos de igual longitud a los estaminales
F. Bases de los pétalos aún separadas.

af, ápice floral; bt, brote lateral; dc, depresión del primordio carpelar; e, primordios estaminales; ht, hoja tectriz; p, primordios petalinos. E-F sin sépalos. Escala de barra: 50 µm.



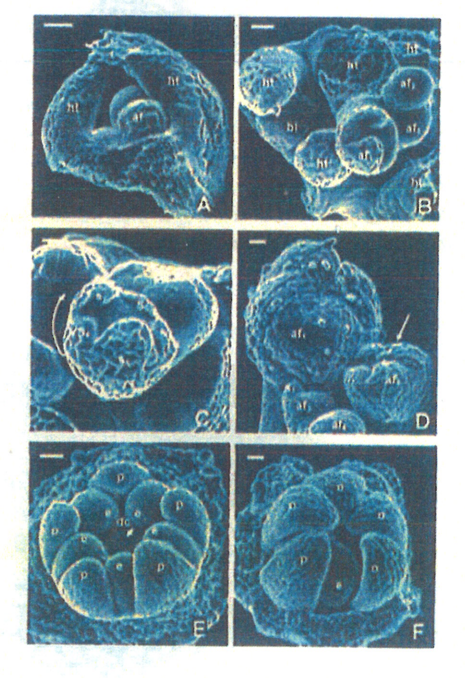
En la flor tienen lugar los pasos esenciales de la reproducción sexual que son la meiosis y la fecundación.

ORIGEN DE LAS FLORES

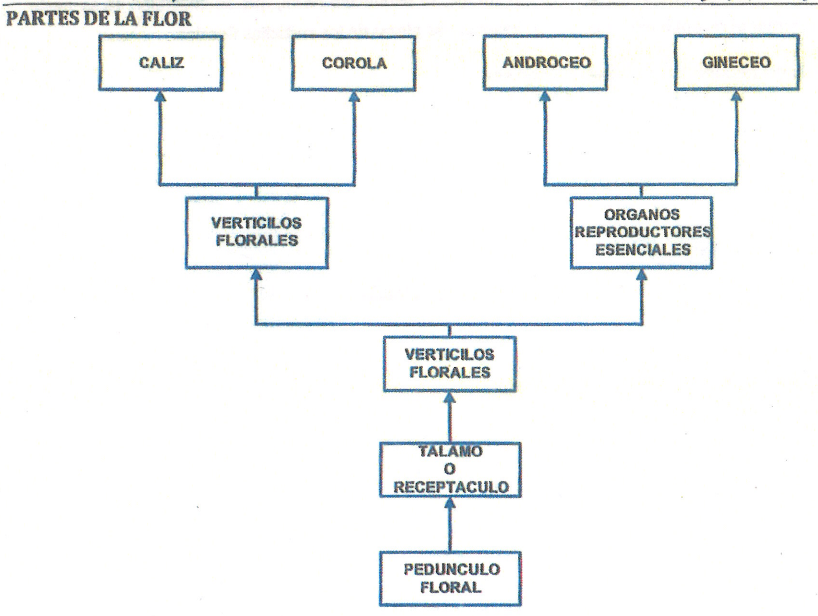
La flor se origina de un meristemo apical que se origina de un ápice vegetativo del tallo, tras la inducción por factores internos (genéticos y hormonales) y externos (ambientales).

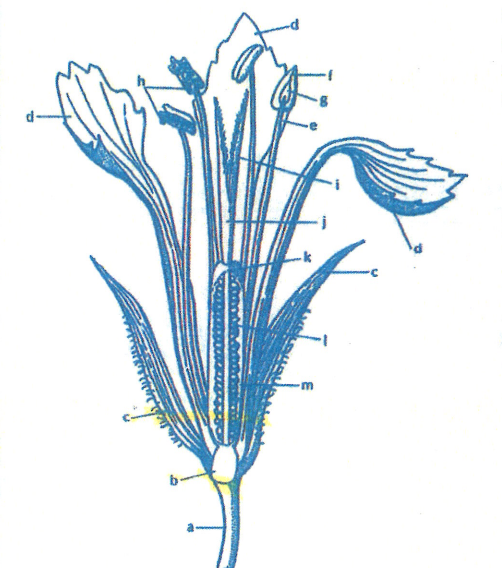
A. Hojas tectrices protegiendo los ápices florales.
B. Ápices florales en distintos estados de desarrollo (af1-af3).
C. Formación de los sépalos en secuencia espiralada y en sentido de las agujas del reloj.
D. Ápices florales diferentes estados de desarrollo, estivación valvar en af2.
E. Primordio carpelar, primordios petalinos de igual longitud a los estaminales
F. Bases de los pétalos aún separadas.

af, ápice floral; bt, brote lateral; dc, depresión del primordio carpelar; e, primordios estaminales; ht, hoja tectriz; p, primordios petalinos. E-F sin sépalos. Escala de barra: 50 µm.

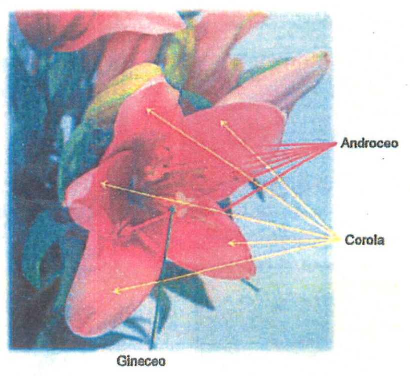


PARTES DE LA FLOR



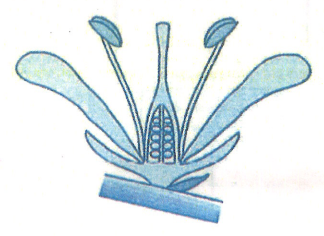


a. pedúnculo, b. receptáculo, c. sépalos, d. pétalos, e. estambres, f. antera, g. conectivo, h. sacos de polen, i. estigma, j. estilo, k. ovario, l. ovulo, m. lóculo



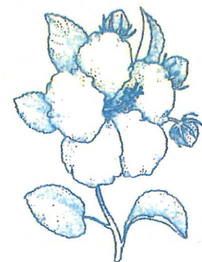
Pedúnculo Floral. La flor está unida al tallo por un eje, el pedúnculo floral, que se ensancha en su parte superior para formar el receptáculo en el que se insertan las piezas de los verticilos florales.

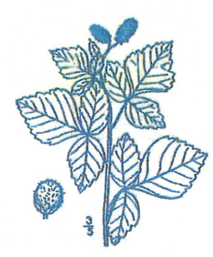
Por la presencia del pedúnculo. Las flores pueden ser:

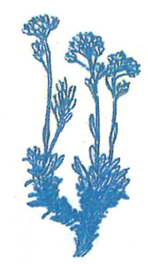

Flor sentada o sésil. Si carece de pedúnculo


Flor pedunculada. Si la posee.

Por el número de bifurcaciones

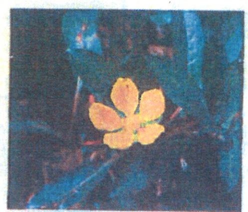

Sencillo. Si soporta una flor


Bifloro. Si se divide en dos y lleva dos flores


Multifloro. Cuando se trata de una inflorescencia

Por la posición del pedúnculo en la planta


Terminal. Si remata un tallo

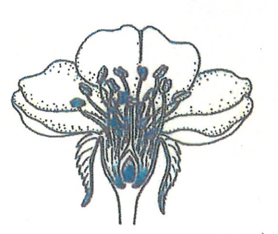

Axilar. Si se sitúa en la axila de una hoja

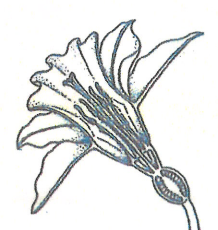

Caulinar. Si nace en el tronco, fuste o tallo

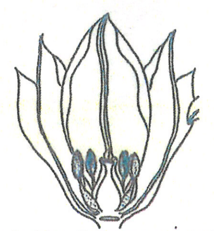

Peciolar. Si nace en el peciolo de alguna hoja


Radical. Si nace a partir de la raíz

Receptáculo Floral. El tálamo o receptáculo es el extremo dilatado del pedicelo floral en el que se insertan las diversas partes florales; puede tener formas variadas. La posición del ovario está en íntima relación con la forma del receptáculo y su grado de soldadura con él y puede presentar tres variantes.


Flor Hipógina; con el ovario supero, el tálamo es convexo

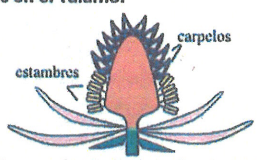

Flor Epigina; el tálamo es cóncavo, ovario ínfero


Flor Perigina; el tálamo esta a media altura o un poco hundido, el ovario es semiínfero

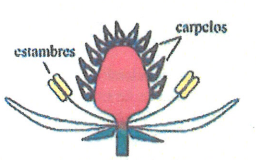
Comúnmente el receptáculo es discoidal o plano; en estos casos el gineceo es súpero, y la flor hipógina. La flor de la frutilla, *Fragaria*, presenta receptáculo globoso y es hipógina.

En otros casos puede tener forma cóncava o de copa, y la flor es perígina. Si el ovario permanece libre es súpero, como en *Prunus* y *Rosa*. Si el ovario se suelda parcialmente con el receptáculo, es medio como en *Saxifraga*, *Euonymus* y algunos géneros de Celastraceae (Cronquist, 1981); en este caso algunos autores designan la flor como semi-epígina (Strasburger, 1994). A veces el receptáculo puede adquirir forma de tubo, el gineceo queda totalmente inmerso, con sus paredes soldadas al receptáculo. En este caso, la flor es epígina y el ovario ínfero como sucede en *Pyrus*, *Narcissus*, *Cucurbita*.

Variantes en el Tálamo.

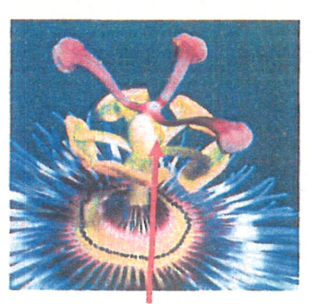


Esquema de corte longitudinal de flor de *Magnolia*, con tálamo cónico



Esquema de corte longitudinal de flor de *Fragaria*, con tálamo globoso


Ginóforo

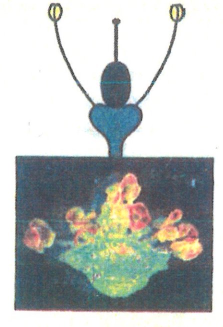

Androginóforo


Corona

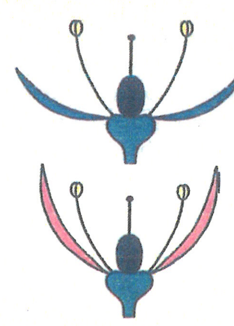

Disco

Perianto.

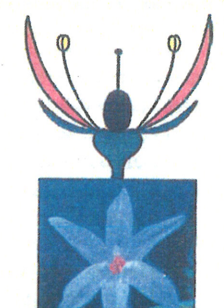
El perianto (del griego *peri*, alrededor y *anthós*, flor) es una estructura floral que corresponde a la envoltura que rodea a los órganos sexuales; constituye la parte no reproductiva de la flor.



Flores aperiantadas, aclamídeas o desnudas. Sin perianto. En este caso los órganos esenciales están protegidos por hojas modificadas o brácteas, como las de *Zea mays*, *Salix* y *Fraxinus*.

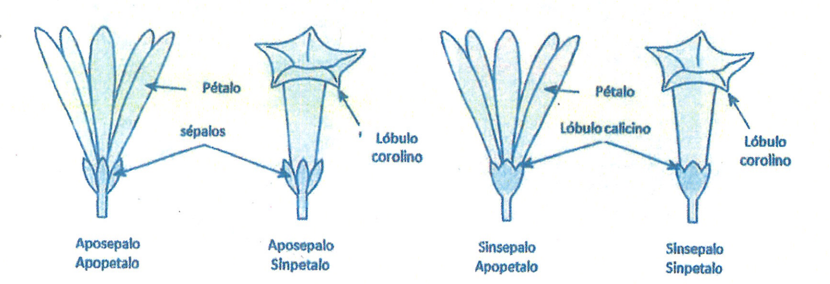


Flores Haploclamídeas o monoclamídeas o apétalas. Formada por solo un verticilo el cáliz, cuyos sépalos se denominan sepaloides cuando mantienen la coloración verde y petaloides cuando tienen una coloración diferente. Como en *Chenopodium* sp., *Bouganvillea*



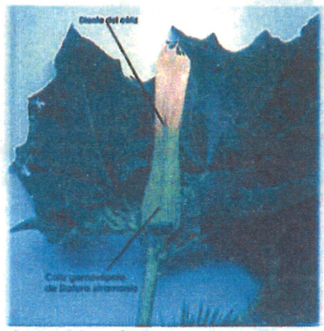
Flores Diploclamídeas, diclamídeas o completas. Formadas por 2 verticilos, cáliz (sépalos) y corola (pétalos), si estos son semejantes en forma y color hablamos de perigonio (tépalos).*Lilium* sp., *Tulbaghia violácea*

El perianto puede denominarse de acuerdo a la fusión o unión de sus componentes como:

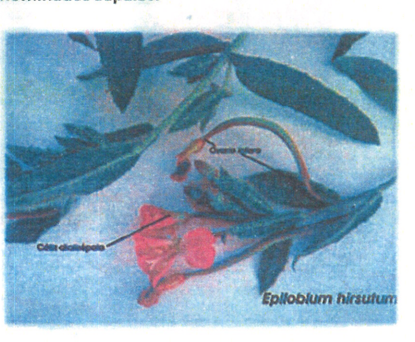


EL CALIZ

Es la envoltura o verticilo externo de la flor constituido por un conjunto de hojitas profundamente modificadas, generalmente de color verde y algo firmes denominados sépalos.

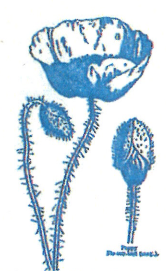


Dialisépalo si los sépalos son libres, por ejemplo *Rosa canina* "rosa"

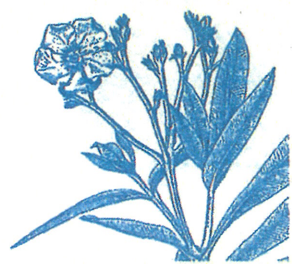


Gamosépalo, cuando los sépalos se sueldan parcial o totalmente

El cáliz por su duración es de los siguientes tipos:



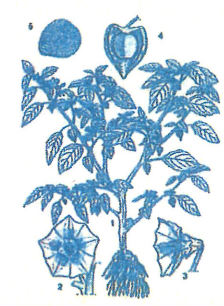
Caedizo o caduco, cuando la flor se abre, el cáliz cae inmediatamente. Ejemplos: *Argemone subfusiformes* "cardosanto"



Decíduo, se desprende después de la fecundación como en *Nerium oleander "laurel rosa"*



Persistente, cuando al abrirse la flor puede permanecer por algún tiempo, es el más común. Ejemplo: *Dianthus cariophyllus* "clavel", *Solanum tuberosum* "papa", *Solanum sculentum* "tomate"



Acrescente, cuando no obstante haber alcanzado su desarrollo normal sigue creciendo hasta convertirse en una envoltura membranosa del fruto. Ejemplos: *Nicandra physalodes* "capulí cimarrón"

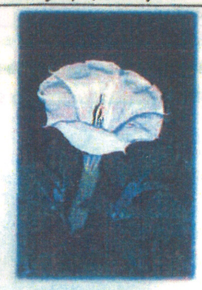
Según la forma que presenta es de los siguientes tipos:



Cáliz espolonado, cuando los sépalos se sueldan y forman un tubo largo a modo de espuela. Ejemplo *Tropaeolum majus* "texao"



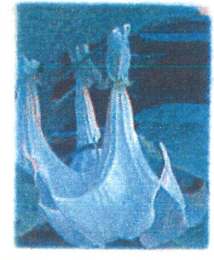
Papus o vilano, cuando está representado por escamitas, pajitas, cerdas o pelos, etc., como ocurre en las compuestas. Ejemplos: *Sonchus oleraceus* "cerraja", *Helianthus annus* "girasol", etc.



Tubuloso, si el cáliz tiene la forma de tubo.



Bilabiado, si sus sépalos forman dos labios



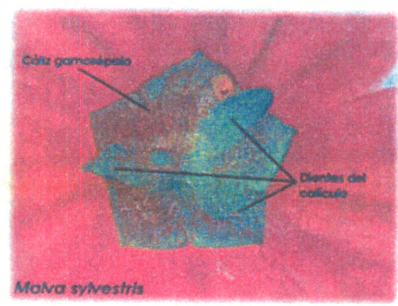
Asimétrico, si no existe, ningún plano de simetría



Campanulado, si tiene la forma de una campana Su función del cáliz es principalmente protectora.

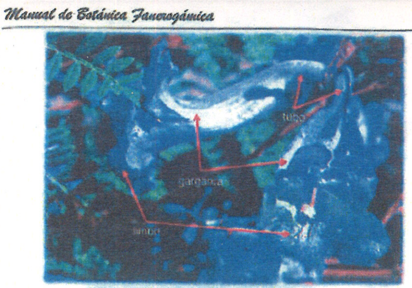
Calículo

Es un conjunto de hipsófilos ubicados por debajo del cáliz, es característico de muchas malváceas, tiene también función protectora y su número de piezas suele ser diferente al del cáliz



LA COROLA

Verticilo formado por varios pétalos, normalmente coloreados Los pétalos se encuentran de dos maneras:



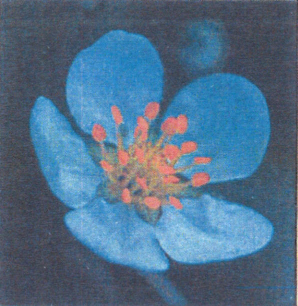
Si están soldados **gamopétalos o simpétalos** y presenta tubo, garganta y limbo



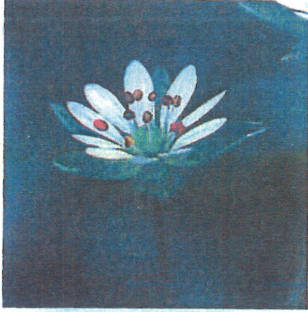
Si están libres son **dialipétalos, coripétalos o apopetalos**



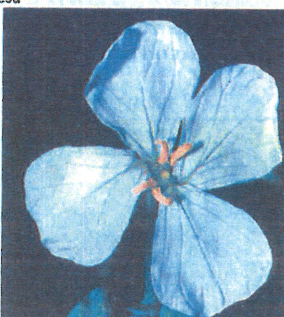
Según la disposición de la corola dialipétala, se tienen los siguientes casos.



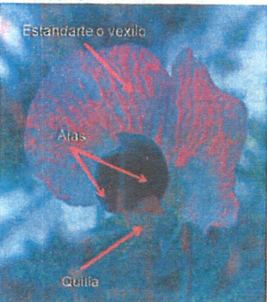
Corola rosácea, con 5 pétalos de uña corta, *Fragaria vesca* "fresa"



Corola cariofilácea, con 5 pétalos de uña larga, *Stellaria* sp. "estrellita del cerro"

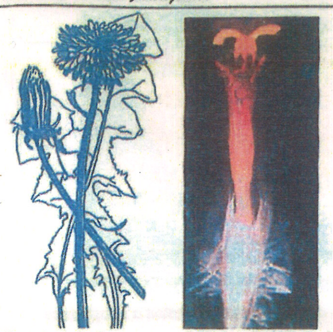


Corola cruciforme, con 4 pétalos opuestos dos a dos, *Brassica rapa* "nabo"

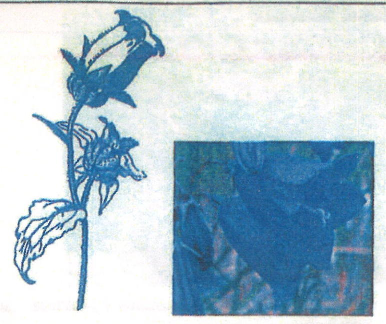


Corola papilionácea o amariposada, con 5 pétalos de los cuales, uno tiene la lámina bien desarrollada, el estandarte o vexilo; dos laterales y simétricos, las alas; y otros dos inferiores generalmente adnatos, la quilla, *Pisum sativum* "arveja"

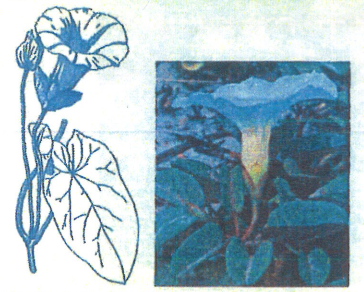
Según la disposición en la corola simpétala.



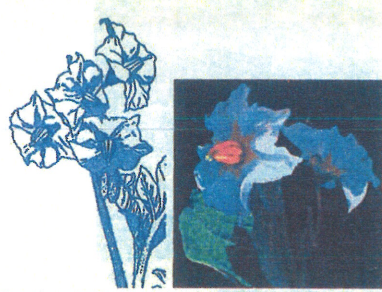
Corola tubulosa, cuando tiene la forma de tubo más o menos largo, como en las Asteraceae, ***Taraxacum officinalis*** "diente de león" a nivel de sus flósculos



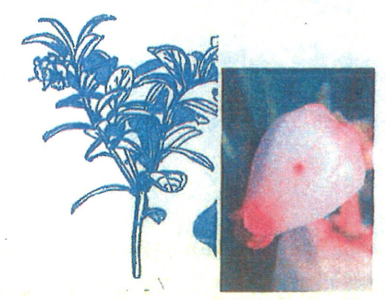
Corola acampanada, cuando el tubo está inflado y gradualmente se ensancha hacia el limbo. familia Campanulaceae



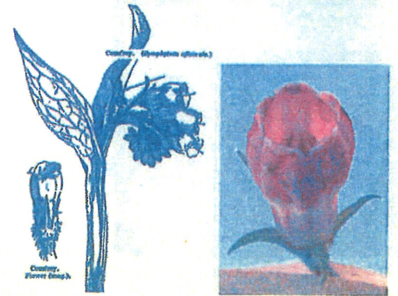
Corola Infundibuliforme, presenta forma de embudo ***Ipomoea purpurea*** "campanilla"



Corola rotada, cuando el tubo es muy corto y el limbo extendido, como en ***Solanum tuberosum*** "papa" y demás especies del género Solanum



Corola urceolada, cuando el tubo es inflado pero con la garganta contraída y el limbo recto, ***Vaccinium sp.***



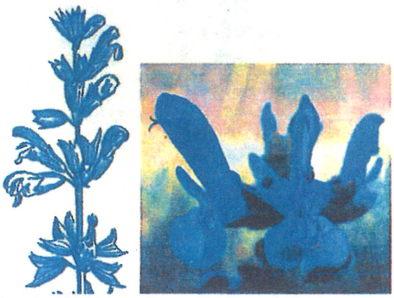
Corola ciatiforme, cuando el tubo y el limbo en conjunto se parecen a una tasa o copa, ***Symphytum sp.***



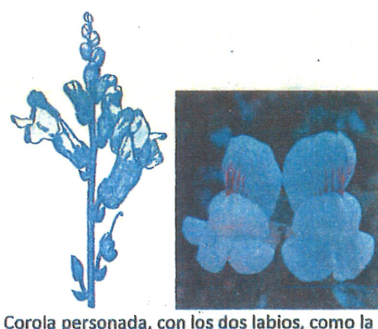
Corola ligulada, el limbo tiene la forma de lengua, este tipo de corola se ve en las flores periféricas de las compuestas ***Helianthus annus*** "girasol"



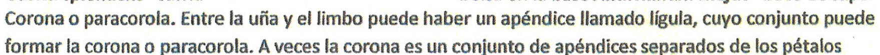
Corola hipocrateriforme, tubo largo y delgado, limbo plano ***Jasminum sp.***



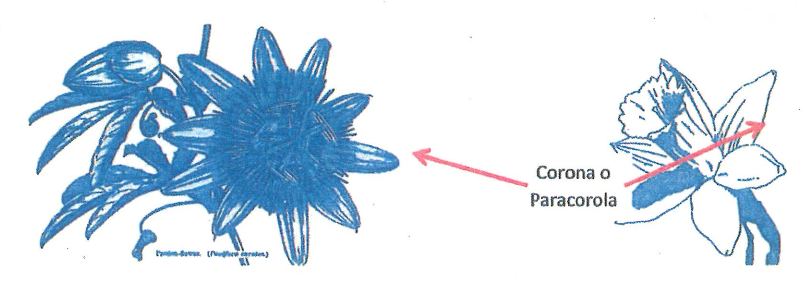
Corola labiada, con tres pétalos soldados entre sí y los otros dos restantes también en una pieza, formando dos labios por encima de la garganta, ***Salvia splendens*** "salvia"



Corola personada, con los dos labios, como la anterior, pero la inferior tiene una prominencia que cierra la garganta, y con el tubo forma una pequeña bolsa en la base ***Antirrhinum majus*** "boca de sapo"

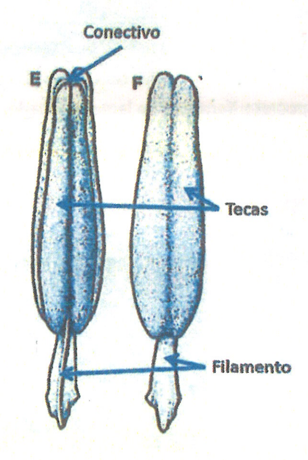


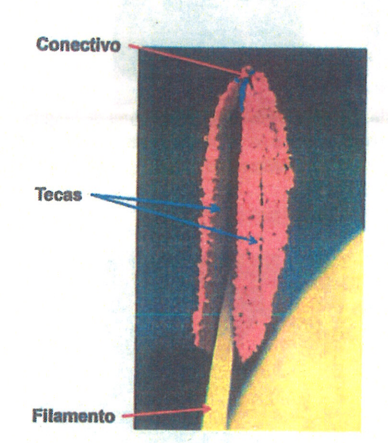
Corona o paracorola. Entre la uña y el limbo puede haber un apéndice llamado lígula, cuyo conjunto puede formar la corona o paracorola. A veces la corona es un conjunto de apéndices separados de los pétalos



Androceo.

Es el órgano sexual masculino donde se produce la microsporogénesis, y está constituido por un conjunto de hojas modificadas, los estambres o microsporófilos.

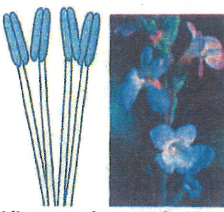
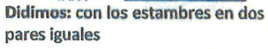




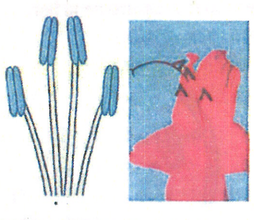
Filamento: parte estéril del estambre, soporte de la antera, los estambres sin filamento son denominados sésiles;

Anteras: es la parte fértil del estambre, formado por una o más tecas, unidas entre sí por un ligamento llamado conectivos

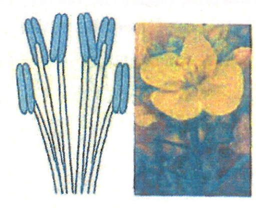
Desarrollo del filamento:

Didimos: con los estambres en dos pares iguales



Didínamos: con los estambres en pares desiguales (Bignoniaceae, Lamiaceae, Scophulariaceae, etc.)

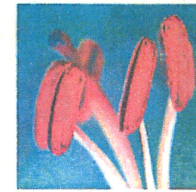


Tetradínamos: con los estambres en dos series de cuatro estambres largos y dos estambres cortos (en muchas Brassicaceae).

De acuerdo al número de tecas:



Antera Monotésica. Aquella donde se encuentra una sola teca (Cannaceae, Malvaceae)

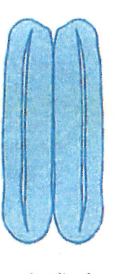


Antera Ditesica. Aquella donde están presentes dos tecas unidas por el conectivo.(la mayoría de angiospermas)

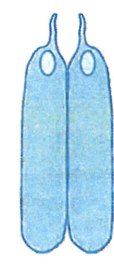
Dehiscencia.

Es la salida de los granos de polen maduro al exterior, el tejido responsable es el endotecio. Tenemos los siguientes tipos de dehiscencia:

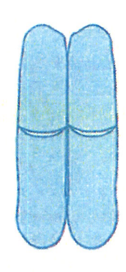
- **Longitudinal**, si la apertura,se produce a lo largo dei tabique que separa los sacos polínicos, es el caso más frecuente.
- **Poricida**, no hay endotecio, se produce la destrucción del tejido en el ápice de la antera y se forman poros por donde saldrán los granos de pólen.
- **Transversal**, si la apertura se produce perpendicular al eje longitudinal de la teca.
- **Valvar o foraminal**, cuando el endotecio se localiza en zonas limitadas que luego se levantan como valvas o ventanillas.



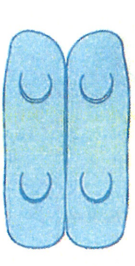
Longitudinal



Poricida



Transversal



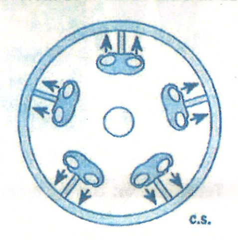
Valvar

Tipos de dehiscencia en las anteras

Extrorsa. Cuando las anteras se abren hacia afuera, partiendo del centro de la flor

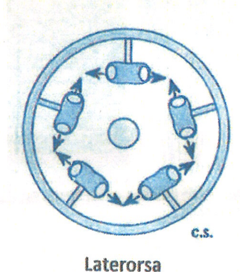
Introrsa. Cuando las anteras se abren hacia el centro de la flor.

Laterorsa. Cuando las anteras se abren por los lados.



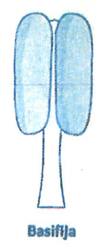
Extrorsa

Introrsa

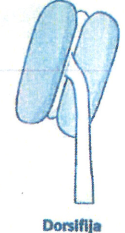


Laterorsa

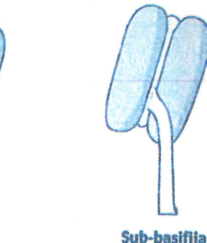
Inserción de las anteras



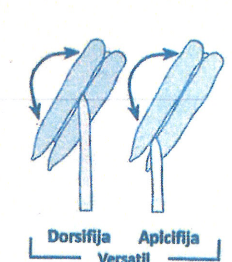
Basifijas, si se unen por la base, como en *Solanum.*



Dorsifijas, si se unen por la parte media de la antera, como en gramíneas



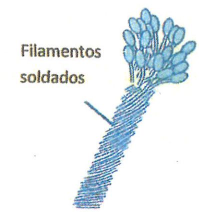
Apicifijas, si se unen por el ápice, como en las bignoniáceas



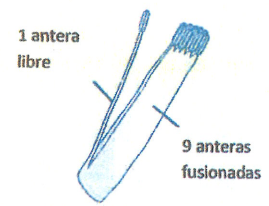
Versatiles, en una misma flor las anteras pueden sufrir modificaciones en la inserción o cambiar de posición a medida que esta va madurando

Los estambres cuyas anteras se han atrofiado y no forman granos de polen, se llaman estaminodios o estambres estériles como en Jacarandá acutifolia "Jacaranda", mientras que en otros casos son petaloides, por ejemplo *Canna edulis* "achira".

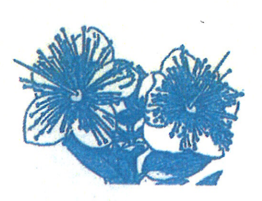
De acuerdo a la cohesión o adnación. De los estambres o parte de ellos pueden ser:



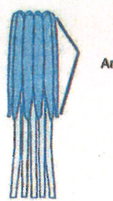
Monadelfos, si los estambres están soldados por sus filamentos, formando un paquete o haz. (Malváceas)



Diadelfos, si los estambres se sueldan por los filamentos en dos paquetes o haces, *Pisum sativum* "arveja"



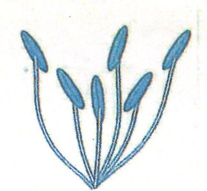
Poliadelfos, cuando los estambres se sueldan por el filamento en varios paquetes, *Citrus aurantium* "naranja", *Citrus lemon* "limón"



Singenésicos, cuando la soldadura tiene lugar a nivel de las anteras, permaneciendo los filamentos libres, *Sonchus oleraceus* "chicoria"



Sinandros o sinfiandros, si las anteras y los filamentos están soldados, como en *Cucúrbita pepo* "zapallo" es común en campanuláceas

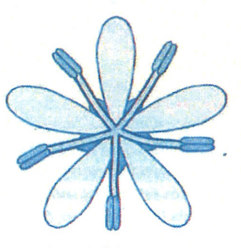


Libres, los que no tienen uniones entre sí

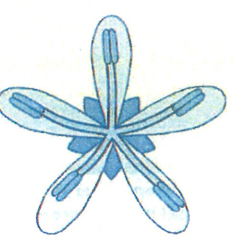
Ciclos y posición de los estambres.

Los estambres por el tipo de ciclos puede ser uniseriado, cuando todos los estambres conforman un ciclo homogéneo; y biseriado cuando los estambres se disponen en dos series, un mayor número de series puede asumir la denominación a partir de las raíces griegas (triseriado, tetraseriado, pentaseriado, etc.). La posición de los estambres con respecto a su ubicación en relación a la de los verticilos del perianto puede ser:

En el caso de Ciclos Uniseriados: antisépalo/alternipétalo, antipétalo/alternisépalo

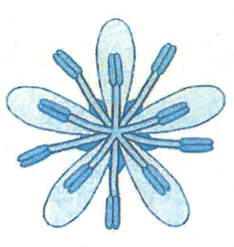


antisepalo/alternipetalo

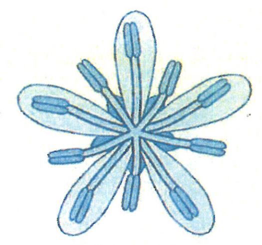


antipetalo/alternisepalo

En el caso de Ciclos Biseriados: diplostemonos y obdiplostemonos

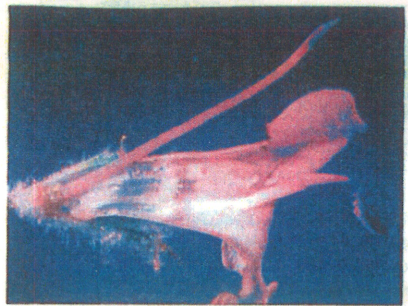


diplostemonos

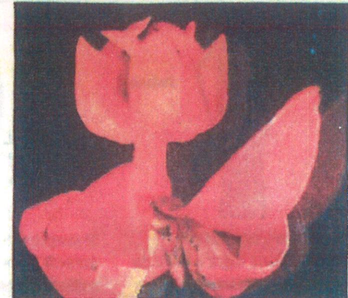


Obdiplostemonos

Los estambres pueden soldarse a la corola o al gineceo (adnación) siendo de los siguientes tipos:



Epipetalo, si están soldados a la corola gamopétala. La porción basal del filamento estaminal se adhiere al tubo de la corola y el resto se mantiene libre (Polemoniaceae, Boraginaceae, Rubiaceae).

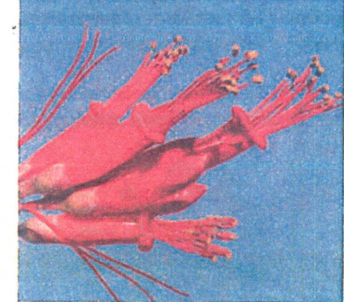


Ginostegio, cuando las anteras se adhieren al estigma. El polen de cada teca conforma una masa denominada polinio o polinia (Orchidaceae, Apocynaceae, Aristolochiaceae)

Los estambres según su altura se clasifican en:



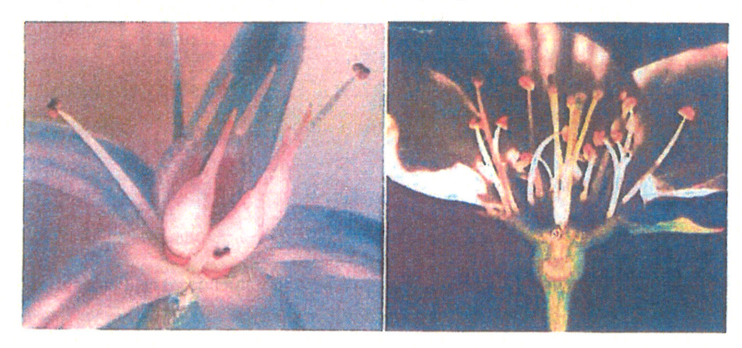
Inclusos, cuando los estambres son más cortos que la corola gamopétala,(Plumbaginaceae,)



Exertos, cuando los estambres son más largos que la corola gamopétala (Bignoniaceae, Solanaceae)

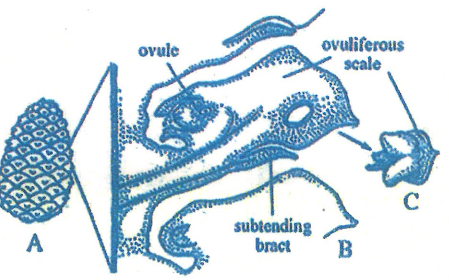
Gineceo

Es el órgano sexual femenino donde se produce la macrosporogénesis.

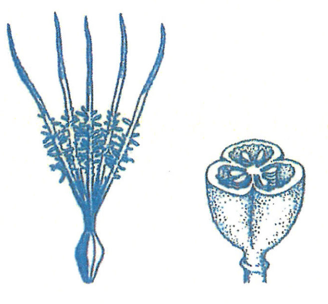


A la izquierda un gineceo apocárpico de Liliaceae, a la derecha gineceo sincárpico de Rosaceae

En la mayoría de las Gimnospermas los carpelos están descubiertos, libres y se limitan a soportar los óvulos. No se forma una cavidad ovárica, no se diferencia el estilo ni el estigma, y los óvulos están expuestos, desnudos.

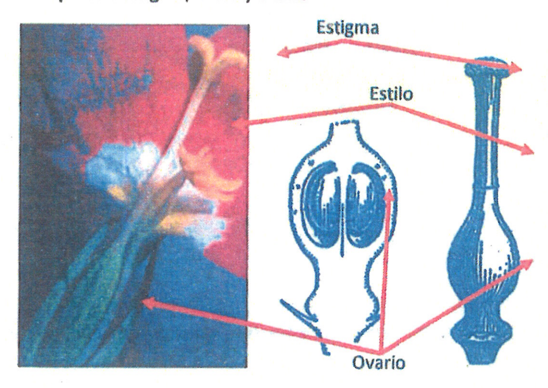


En las Angiospermas, el gineceo está formado por uno o más pistilos, hojas carpelares, carpelos o macrospofórilos que forman una cavidad, el ovario, dentro de la cual quedan protegidos los óvulos o primordios seminales.



Partes

El gineceo consta de tres partes: estigma, estilo y ovario



Estigma, constituido por un tejido glandular especializado para la recepción de los granos de polen. Si el estilo no se desarrolla el estigma es sésil.

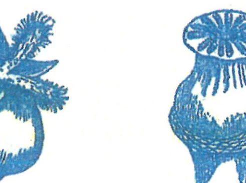
Por la forma que presenta el estigma es de los siguientes tipos:


Plumoso, si presenta pelos, en muchas gramíneas (Poaceae)


Capitado. Si termina a manera de una cabeza (*Citrus* sp.)


Ramificado, si se divide en varias ramas (Malvaceae).


Petaloide, si tiene la apariencia de un pétalo (Onagraceae)

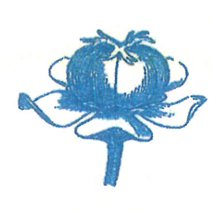

Crestado, si el borde es más o menos dentado (Saxifragaceae)


Radiado, cuando sus ramificaciones se disponen a manera de rayos, en todo en derredor (*Papaver* sp.).


Lobado, si se divide en gajos o lóbulos (*Escholtzia califórnica* "yema de huevo")


Clavado, a manera de un palo grueso ensanchado gradualmente hacia el ápice, que es redondo (Solanaceae).


Filiforme, si tienen forma de aguja (Myrtaceae).


Sentado, si carece de estilo (*Phyllanthus* sp.)

Estilo, es la parte estéril más o menos larga que sostiene al estigma. Generalmente nace en el ápice del ovario, pero puede ser lateral o nacer aparentemente en la base denominándose estilo ginobásico. El estilo por la forma que presenta es de los siguientes tipos

casuarinosas: conos (Gimnosperm

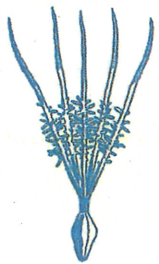

Apical, cuando nace directamente de la base del ovario o del ápice del ovario (*Nicotiana* sp.)


Bifurcado, cuando a cierta altura el estilo se divide en dos ramas y uno de los dos se vuelve a dividir (Hydrophyllaceae)


Sésil, no existe pistilo (Rhamnaceae)

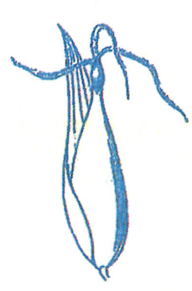

Comisural, se presenta en toda la longitud del ovario (*Sedum* sp.)


Excéntrico, cuando el estilo nace en uno de los costados del ovario (Berberidaceae)


Fimbreado, el estilo en todo su trayecto presenta fimbrias o pelos (Plumbaginaceae)



Subapical, nace ligeramente de un extremo del ápice (*Triticum aestivum*)


Plumoso, en su trayectoria tiene la apariencia de pluma (Cyperaceae)

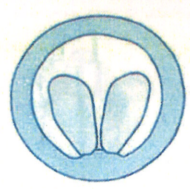

Umbracúlido, con apariencia de paraguas (Cannaceae)

El estilo tiene por función el transporte del microsporofito o grano de polen hasta el saco embrionario donde se encuentra la oósfera.

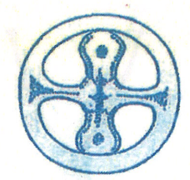
Ovario, es la parte inferior abultada, forma la cavidad ovárica o lóculo en cuyo interior se encuentra los óvulos.

Tipos de ovarios: se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios:

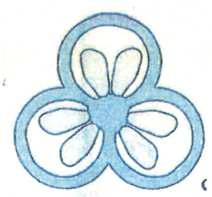
a) Por el número de carpelos:



Ovario unicarpelar, cuando está constituido por un solo carpelo, *Pisum sativum* "arveja" y demás leguminosas

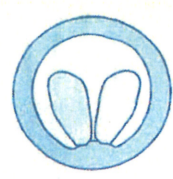


Ovario bicarpelar, cuando está constituido por dos carpelos, *Solanum tuberosum* "papa".

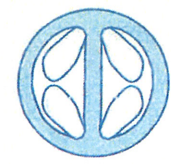


Ovario multicarpelar o pluricarpelar, cuando está constituido por tres o más carpelos, *Gossypium barbadense* "algodón"

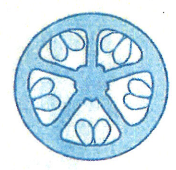
b) Por el número de lóculos:



Ovario unilocular, si tiene una sola cavidad interna, *Vicia faba* "haba" y demás fabáceas.



Ovario bilocular, si posee dos lóculos o cavidades, *Brassica campestris* "nabo silvestre" y demás brasicáceas.



Ovario multilocular o plurilocular, si tiene tres o más cavidades o lóculos, malváceas en general

c) Por el número de óvulos, de acuerdo a la cantidad de óvulos que lleva el ovario se denomina:



Ovario uniovular, cuando tiene un solo óvulo, Asteraceae, *Vicia faba* "haba"





Ovario biovular, si lleva dos óvulos en su interior, *Daucus carota* "zanahoria", Euphorbiaceae.





Ovario multiovular o pluriovular, cuando lleva tres o más óvulos, Hydrophyllaceae.

d) Por su posición: el ovario con respecto a las demás partes de la flor toma los siguientes nombres:

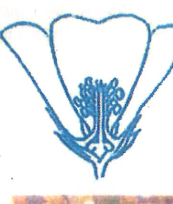
Ovario súpero





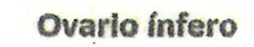
Ovario súpero, cuando el receptáculo es plano o convexo, el pistilo está sobre el nivel de inserción de los otros verticilos y por la tanto la flor es hipogina

Ovario medio o semiínfero

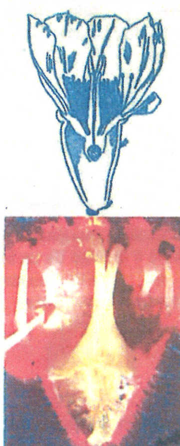




Ovario medio, cuando los otros verticilos no están ni por encima ni por debajo del pistilo, siendo la flor perigina



Ovario ínfero

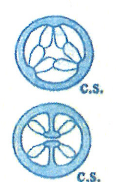


Ovario ínfero, si el receptáculo es profundamente cóncavo y el pistilo está insertado por debajo del nivel de inserción de los demás verticilos florales, siendo la flor epigina.

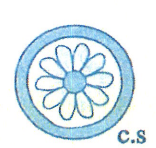
Ovulo: Son cuerpos ovoides que contienen al gameto femenino. En las Gimnospermas los óvulos se encuentran descubiertos sobre las hojas carpelares, mientras en las Angiospermas los óvulos se encuentran encerrados dentro de un ovario.

La zona de la pared interna del ovario donde se insertan los óvulos se denomina placenta.

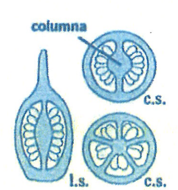
Placentación: Es la disposición de las placentas de los óvulos en el ovario, y son de las siguientes formas:



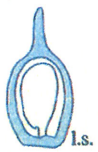
Placentación parietal o lateral, con la placenta sobre la superficie del ovario o sobre particiones de un ovario unilocular o compuesto (Violaceae)



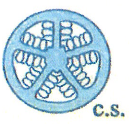
Placentación central, cuando los óvulos se insertan sobre una prolongación del eje longitudinal y central del ovario (Caryophyllaceae)



Placentación axilar, con la placenta dispuesta alrededor de la columna en un ovario compuesto por tabiques es muy común entre las plantas (Liliaceae)



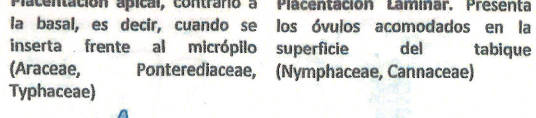


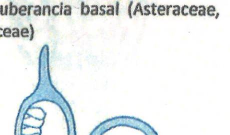


Placentación basal, en el que no quedan tabique ni columna central y solo resta una protuberancia basal (Asteraceae, Poaceae)

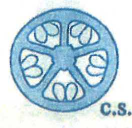
Placentación apical, contrario a la basal, es decir, cuando se inserta frente al micrópilo (Araceae, Ponterediaceae, Typhaceae)

Placentación Laminar. Presenta los óvulos acomodados en la superficie del tabique (Nymphaceae, Cannaceae)









Placentación marginal, con la placenta a lo largo de un margen en un ovario unicarpelar (Fabaceae, Papaveraceae)

Placentación Apical-Axilar, con una o dos placentas insertada en el ápice de un ovario tabicado (Apiaceae)

Placentación Parietal-septada. con las placentas en las paredes internas de un ovario multilocular (Aizoaceae)

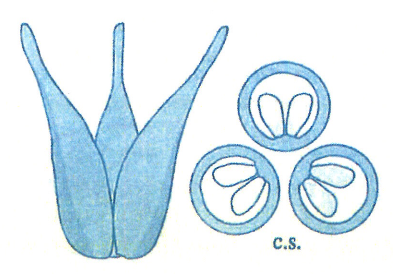


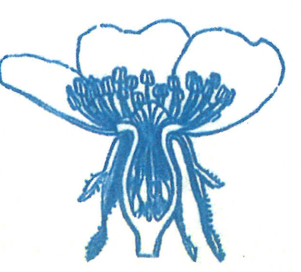
Placentación parietal-axilar, con la placenta en la unión de los tabiques y la pared del ovario de un ovario bilocular o plurilocular (Brassicaceae)

Los carpelos constituyen siempre el verticilo más interno de la flor y ocupan el centro del eje floral

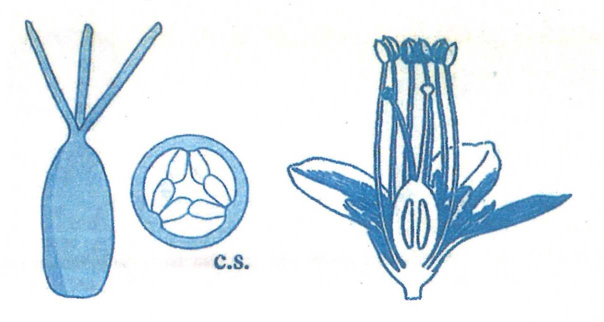
En cuanto a los carpelos o pistilos si son libres o soldados tenemos:

Dialicarpélar o apocárpico, si los carpelos están separados o libres entre sí, *Rosa canina* "rosa"





Gamocarpelar o sincárpico, si están soldados entre sí, *Ricinus communis* "higuerilla"

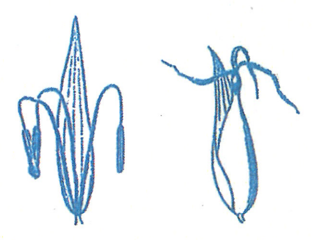


Clasificación de las flores

Las flores se clasifican teniendo según los siguientes criterios:

De acuerdo al sexo:





Hermafroditas, llamadas también bisexuales o monoclinas, cuando la flor contiene androceo y gineceo *Hydrophyllum spinosa*

Unisexuales, llamadas también monosexuales o diclinas, son aquellas que llevan un solo sexo. Son masculinas si llevan androceo y femeninas si llevan gineceo (Cyperaceae)

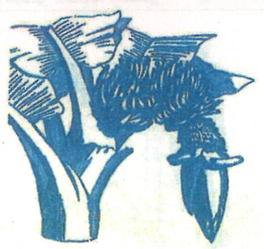
Las plantas con respecto al sexo de sus flores son:



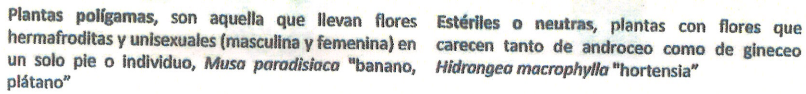


Monoicas, cuando las flores masculinas y femeninas se encuentran sobre el mismo individuo o pie *Zea mays* "maíz"

Dioicas, son aquellas plantas en que en un pie llevan flores masculinas y en otro pie o individuo flores femeninas *Salix chilensis* "sauce"







Plantas polígamas, son aquella que llevan flores hermafroditas y unisexuales (masculina y femenina) en un solo pie o individuo, *Musa paradisiaca* "banano, plátano"

Estériles o neutras, plantas con flores que carecen tanto de androceo como de gineceo *Hidrongea macrophylla* "hortensia"

Por su simetría:



Flores actinomorfas, o radiales, en la que la flor puede dividirse en dos mitades semejantes mediante varios planos de simetría *Cajophora cirsiifolia* "ortiga colorada"

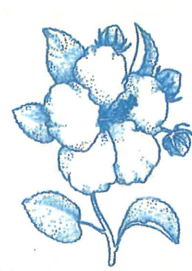


Flores zigomorfas, en la que las piezas florales son desiguales y se disponen de tal modo que solo acepta un solo plano de simetría, *Antirrhinum majus* "boca de sapo"



Flores asimétricas, o irregulares, son aquellas flores constituidas por piezas desiguales en forma y tamaño que se disponen de tal manera que no presentan ningún plano de simetría *Canna edulis* "achira"

Por el número de verticilos florales:

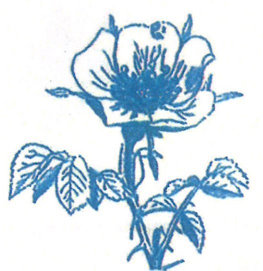


Flores completas, son aquellas que contienen todos los verticilos florales: cáliz corola androceo y gineceo *Hibiscus rosa-sinensis* "cucarda"



Flores incompletas, si carecen de algún verticilo floral (pero necesariamente debe de estar alguno de los órganos esenciales), *Zea mays* "maíz"

Por la presencia de los órganos esenciales (androceo y gineceo):



Flores perfectas, cuando presentan androceo y gineceo, sin interesar que presente o no cáliz y corola *Rosa canina* "rosa"



Flores Imperfectas, Las que sólo poseen o bien androceo o bien gineceo, son imperfectas todas las flores unisexuales, *Salix chilensis* "sauce"

Por el número de piezas presentes en cada verticilo floral:



Trímeras, cuando poseen tres piezas en cada verticilo floral *Gladiolus communis* "gladiolo"



Tetrámeras, si poseen cuatro piezas en cada verticilo floral o múltiplo de cuatro, *Brassica campestris* "nabo silvestre"



Pentámeras, Cuando poseen 5 piezas en cada verticilo floral, *Nicotiana* sp. "tabaquillo"

De acuerdo al mecanismo de polinización:



Flores cleistógamas, aquellas que nunca se abren para polinizarse, en las que solo ocurre la autopilinización o autogamia, *Viola tricolor* "violeta



Flores casmógamas, aquellas flores que se abren para polinizarse mediante agentes externos, son las más comunes

Por el número de estambres:



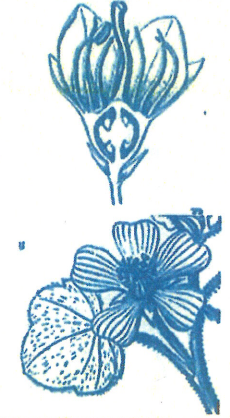
Haplostemonas, aquellas flores que poseen un solo verticilo de estambres *Chenopodium ambrosoides* "paico"



Diplostémonas, Las que tienen dos verticilos de estambres, *Oxalis* sp.



Isostémonas, si el número de estambres es igual a la de los antófilos, *Lycium* sp.



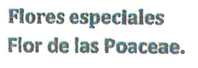
Heterostémonas, en las que si el número de estambres es menor al número de hojas en el verticilo, recibe el nombre de melostémonas, *Canna edulis* "achira"; y si el número de estambres es mayor se denomina polistémona, *Hibiscus rosa-sinensis* "cucarda"



Criptostémonas, si los estambres están incluidos dentro de la corola, *Ipomoea purpurea* "campanilla"

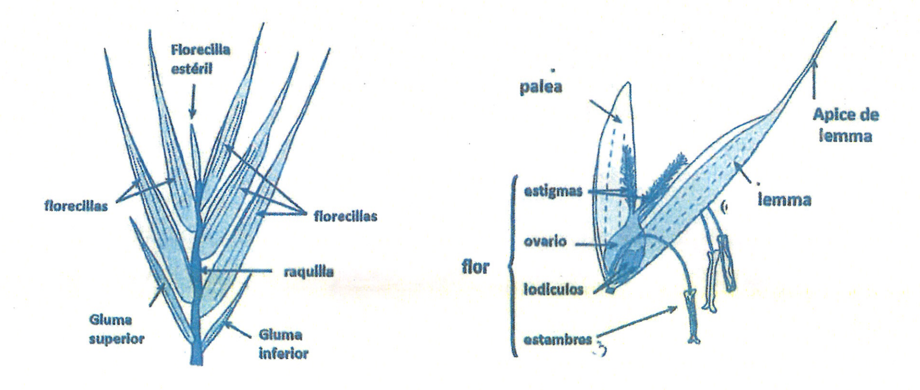


Fanerostémonas, si los estambres sobresalen de la corola y se aprecian fácilmente, *Plantago majus* "llantén"

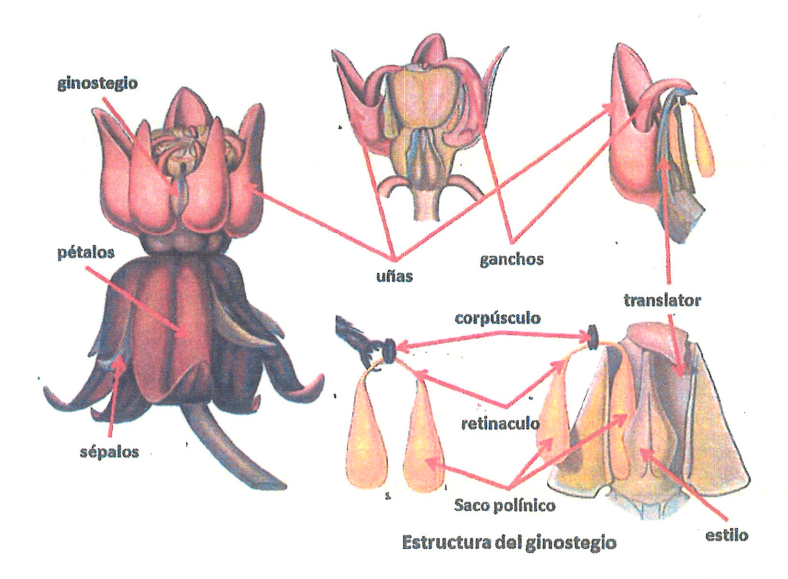


Flores especiales

Flor de las Poaceae.



Flor de las Asclepiadaceae



Estructura del ginostegio

Flor de Orchidaceae

Tépalos externos
L
P
ginostegio
labelo
R
ST
Tépalos internos
opérculo
rostelo
Región estigmática
polinia

INFLORESCENCIAS

Es el conjunto de flores que se insertan sobre el mismo eje florífero.

Partes

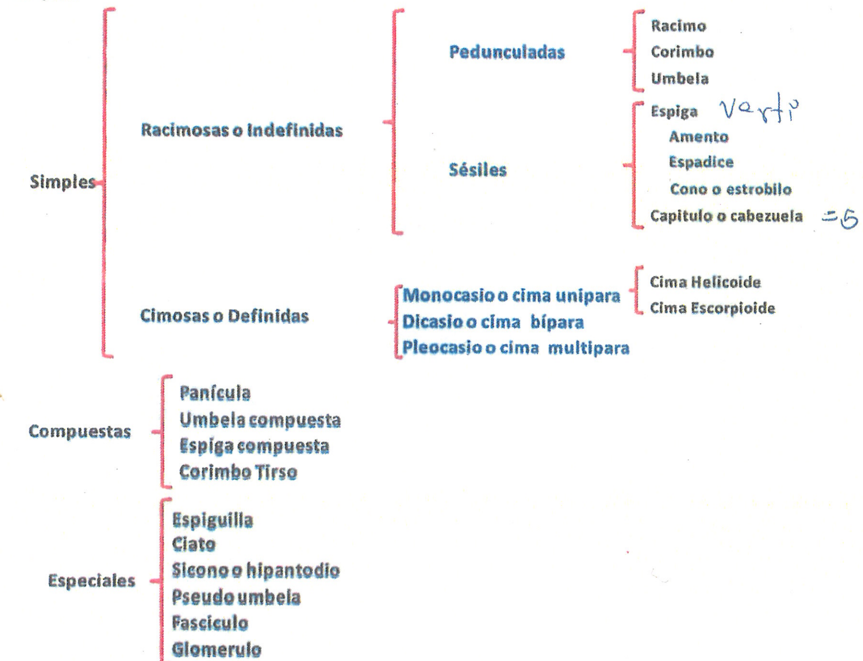
Constan de un eje principal llamado raquis que lleva generalmente brácteas en cuyas axilas nacen flores o inflorescencias parciales. El raquis está unido al tallo por el pedúnculo y cada flor está sostenida por el pedicelo

Clasificación

Las inflorescencias se clasifican de la siguiente manera:

1. Inflorescencias simples
2. Inflorescencias compuestas
3. Inflorescencias especiales.

La denominación de las inflorescencias compuestas puede originarse de la combinación de los nombres de las inflorescencias simples pero hay algunas que ya tienen denominación propia; algunas de las inflorescencias especiales se originan a partir de supresiones y origen de nuevas estructuras en base a las simples.



Inflorescencias simples: Están constituidas por un eje principal del cual brotan directamente las flores, son de los siguientes tipos: racimosas y cimosas.

a) **Racimosas o indefinidas:** son aquellas que poseen un eje principal que crece indefinidamente por falta de la flor terminal, dando un número indeterminado de ramificaciones o ejes secundarios directamente unidos al eje principal. Son de los siguientes tipos:

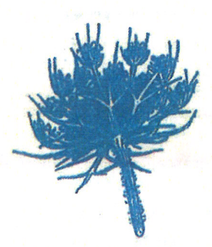
1. **Pedunculadas:**



Racimo, se caracteriza por que a partir del eje florífero se originan a un lado y al otro flores cuyos pedúnculos son más o menos de la misma longitud, *Mathiola incana* "alhelí"



Corimbo, cuando las flores pedunculadas se originan en diversos puntos del eje florífero pero llegan a la misma altura, *Pyrus communis* "pera"

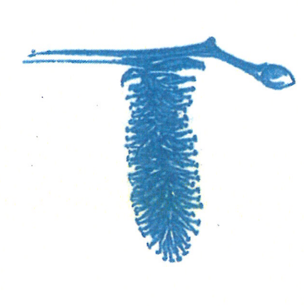


Umbela, se caracteriza por que sus flores pedúnculadas se originan en un punto del eje florífero y llegan a la misma altura, tomando la forma de un paraguas o sombrilla, al tener sus pedúnculos la misma longitud la familia Apiaceae tiene esta característica por lo que antiguamente se le denominaba Umbelliferae

2. **Sésiles:**



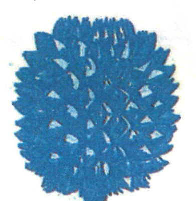
Espiga, se caracteriza por que sus flores van sentadas alrededor y a lo largo del eje florífero, las flores en este caso son hermafroditas *Triticum aestivum* "trigo"



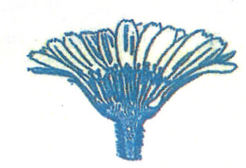
Amento, es una espiga que se caracteriza por su eje florífero que es flexible y lleva únicamente flores unisexuales, ya sean masculinas o femeninas, *Salix chilensis* "sauce"



Espádice, se caracteriza por que el eje florífero es carnoso, en cuya parte superior lleva flores masculinas y en la parte inferior femeninas. Todo el conjunto está protegido por una bráctea desarrollada llamada espata, *Zantedeschia aetiopica* "cala"



Cono o estróbilo, es una espiga con el eje corto ensanchado, carnoso o leñoso, *Araucaria excelsa* "araucaria"



Capítulo o cabezuela, el eje florífero está muy desarrollado, más o menos ensanchado en su extremidad superior, formando una especie de disco, lleva insertadas numerosas flores hermafroditas o unisexuales. Esta inflorescencia está protegida por hojas modificadas, cuyo conjunto forma el involucro, característica de la familia de las compuestas, *Helianthus annus* "girasol"

b) **Cimosas o definidas**, son aquellas cuyo eje principal termina en una flor, que impide y limita su desarrollo, es de los siguientes tipos:

Monocasio o cima unípara, cuando de la flor en que termina el eje principal, se forma un solo eje secundario, que a su vez solo produce otro. Es de los siguientes tipos:



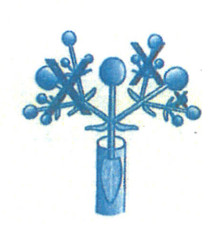
Cima helicoide, cuando las flores se producen alternativamente, de un lado y del otro opuesto de manera regular, *Echium fastuosum* Es de dos tipos: ripidio y Bostrix

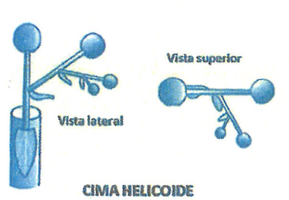


Cima escorpiode, cuando las flores brotan siempre a un mismo lado, *Heliotroplum angiospermum* "hierba del alacrán". Presenta dos tipos: drepanio y cincino

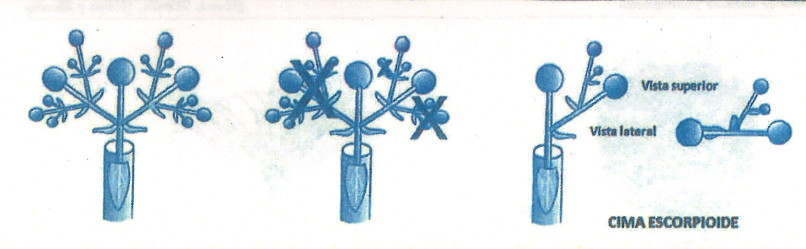
A continuación se muestra la forma como el patrón de la cima dicasio puede originar a las cimas monocasio especiales, hacia un lado del eje florífero, derivando en las formas helicoide y escorpiode



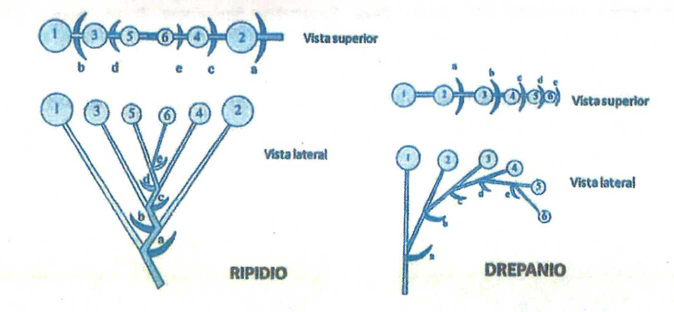




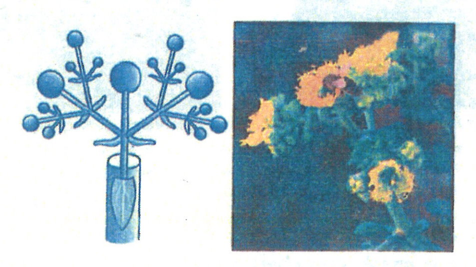
CIMA HELICOIDE



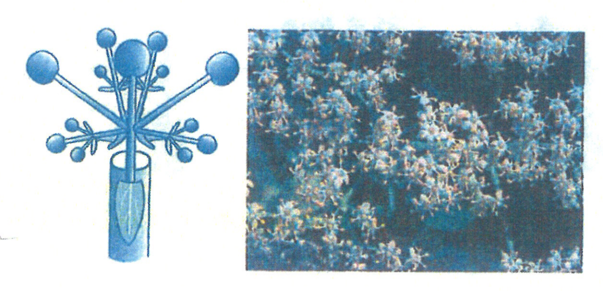
Se muestra la forma y disposición de las flores en las cimas monocasio ripidio y drepanio



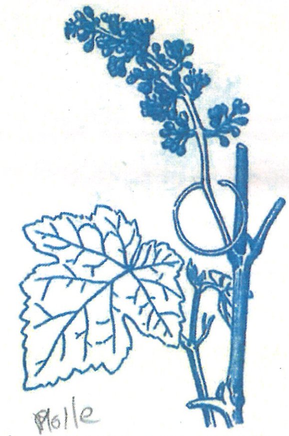
Dicasio o cima bípara, cuando por debajo de la flor terminal del eje principal, se forman dos ejes secundarios y de cada uno de estos arrancan otros dos y así sucesivamente. *Ruta graveolens* "ruda"



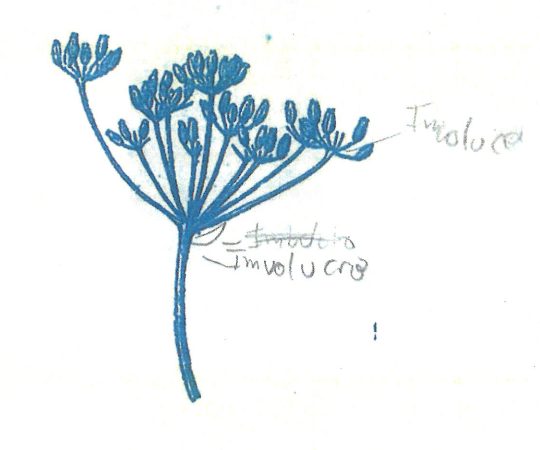
Pleocasio o cima multípara, Cuando por debajo de la flor del eje principal se forman de tres a más ejes secundarios y así sucesivamente, *Sambucus peruviana* "saúco"



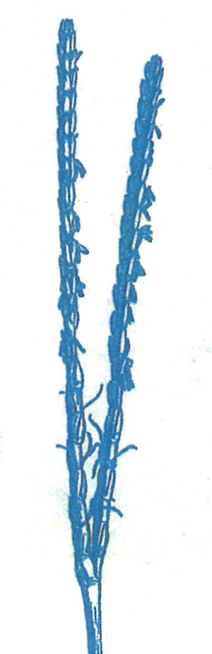
Inflorescencias compuestas: Se forman por la combinación de varias de las inflorescencias simples, son muy frecuentes, y son de los siguientes tipos:



Panícula, es un racimo compuesto, *Vitis vinifera* "vid".



Umbela compuesta, cuando los ejes secundarios son también umbelas, *Foeniculum officinale* "hinojo"



Espiga compuesta, cuando los ejes secundarios son también espigas, *Triticum aestivum* "trigo"



Corimbo tirso, es un corimbo compuesto, *Cyperus corymbosus* "junco"



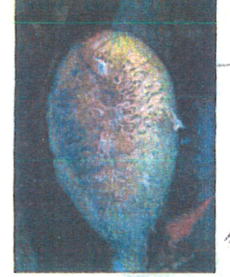
Inflorescencias especiales: Son aquellas que presenta aspectos particulares, son los siguientes:



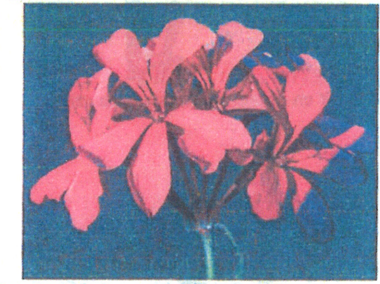
Espiguilla, es una pequeña espiga dística a menudo reducida a una sola flor y protegida por una o dos brácteas estériles llamadas glumas, Las gramíneas y las ciperáceas POACEAE



Ciato, Es una inflorescencia característica de las Euforbiáceas, y simula una flor aislada. Un grupo de flores masculinas con un solo estambre cada una y una sola flor femenina, en posición central y largamente pedunculada, *Euphorbia pulcherrima* "cardenal"



Siconio o sicono, Es una inflorescencia globosa o piriforme, cuyo eje se ha curvado completamente, dejando encerradas las flores, que generalmente son unisexuales, *Ficus carica* "higo"



Pseudo umbela, es un pleocasio modificado, con ejes muy acortados y flores pediceladas, *Pelargonium roseum* "geranio"



Fascículo, se trata de un racimo o panícula donde las flores pedunculadas presentan internudos muy cortos (polygonaceae)



Glomérulo, es una inflorescencia de flores sésiles y subsésiles con internudos muy cortos. (Juncaceae)

Formula floral.

Las formulas florales son una representación simbólica de la morfología floral, incluyendo los ciclos (numero, verticilos o series), numero de partes por verticilo, fusión de partes, posición de ovario, para expresar estas formulas se utiliza un sistema de símbolos combinados con caracteres alfanuméricos convencionales

Símbolo	Carácter	Símbolo	Carácter
○	Disposición cíclica	♂	Masculina o estaminada
◎	Disposición helicoidal	♀	Femenina o pistilada
X	Simetría actinomorfa	⚥	Hermafrodita
%	Simetría zigomorfa	∞	Piezas numerosas en el verticilo
≶	Asimétrica	+	Relación entre verticilos de la misma naturaleza
[ ]	Indica un carácter alternativo en el verticilo	( )	Concrescencia de piezas en el verticilo
K	Cáliz	C	Corola
A	Androceo	G	Gineceo
P	Perigonio	0	Ausencia de verticilos
superior	Ovario supero	*inferior*	Ovario ínfero

Ejemplos:

K (5) [(4)] C 5 [4] A 5+5 [4+4] G 5 [4], *superior*

Representa una flor con cáliz sinsépalo con 5 [raramente 4] lóbulos, una corola apopétala de 5 [raramente 4] pétalos, un androceo con 10 diferentes (no unidos uno a otro) estambres en dos verticilos de 5 estambres cada uno [raramente 8 estambres en dos series de 4] y un gineceo apocárpico con 5 [raramente 4] carpelos en un ovario supero

P (3+3) A 3+3 G (3), *inferior*

Representa una flor con un perianto homoclamídeo (no diferenciado entre cáliz y corola) el cual tiene verticilos connados externos e internos de 3 tépalos cada uno, 6 estambres distintos en dos series de 3 estambres cada uno y un gineceo sincárpico con 3 carpelos en un ovario ínfero.

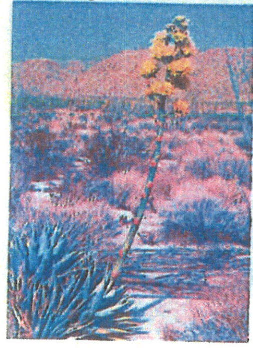
Formulas florales de algunas familias:

Cabombaceae: K 3 [2,4] C 3 [2,4] A 3, 6 o 12-∞ G 2-18 [1], superior
Lauraceae: P 3+3 [6, 2+2, ó 3+3+3] A 3-12+ G 1 [-(3)], superior
Annonaceae: P 3+3+3 A ∞ G ∞, superior
Piperaceae: P 0 A 3+3 [1-10] G 1 o (3, 4), superior
Alliaceae: P 3+3 A 3+3 [3,2] G (3), superior [medio]
Bromeliaceae: P 3+3 o (3) + (3) A 3+3 G (3), superior o inferior
Poaceae: P 2-3 [-6+] lodicules A 2-3 [1] G (2-3), superior
Papaveraceae: K 2 [3] o (2 [3]) C 2+2 o 3+3 [-16] A ∞ [4-6] G (2) [-muchos], superior

Ranunculaceae: K 5-8 [3] C pocos-∞ [0] A ∞ G ∞ [1-pocos], superior
Proteacae: K 4 [(4)] C 0 A 4 G 1, superior.
Aizoaceae: P 5 [3-8] A [4] 5-∞ G (2-∞), superior o inferior, hipantio
Polygonaceae: P (3+3) ó (5) [(2+2)] A 3+3, 8 [2,9+] G (3) [(2,4)], superior [hipantio]
Geraniaceae: K 5 [4] C 5 [0,4,8] A 5+5 [8,15] G (5) [(2,3,8)], superior
Myrtaceae: K 4-5 [3,6] C 4-5 [3,6] A ∞ G (2-5) [(-16)], inferior [medio o superior] hipantio
Cucurbitaceae: K 5 [3-6] C 5 [3-6] ó (5) [(3-6)] A 3-5 ó (3-5) G (3) [(2-5)], inferior

A continuación se presenta ejemplos de algunas familias representativas de las Liliopsida (monocotiledoneas) y las Magnoliopsida (dicotiledóneas) y como se estructura la formula floral que es general para estas familias; para el caso de géneros y especies las formulas florales presentan una representación mas especifica.

Agavaceae



P 3+3 A 6 G (3) *superior o inferior*

Cannaceae



P 3+3 A 1, petaloide & monotésico + 1-4 petaloide y estaminodio G (3)*inferior*

Cyperaceae





P 6 ó 0 [1-∞] A 3 [1-6+] G (2-3)[(4)], *superior*

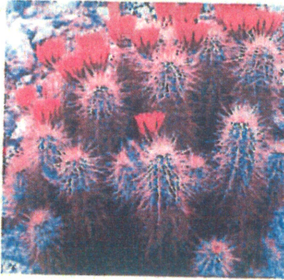




Amaranthaceae

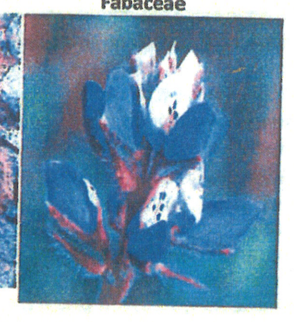
K [0-2] 3-5 [6-8] C 0 A [1-2] 3-5 [6-8] G (1-3) [(5)] *superior*

Cactaceae



P ∞ A ∞ G (3-∞) *inferior*, hipantio

Fabaceae

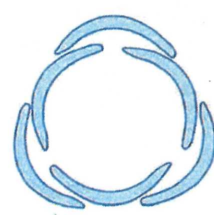


K 5 ó (5) [(3-6)] C 5 ó (5) [0,1-6, ó (1-6)] A 5, 10, ó(∞) [1-∞] G 1 [2-16] *superior*

Prefloración o estivación

Se refiere a la posición, disposición y sobre posición de las partes del perianto, los verticilos del perianto pueden tener la misma prefloración, pero en general el cáliz presenta una prefloración distinta a la de la corola. La estivación es un importante carácter para delimitar o diagnosticar algunos taxa florales. En la práctica, la estivación se observa mejor haciendo una sección manual de botones maduros previos a la antesis, la prefloración del perianto no puede estar clara para muchas flores pequeñas por lo que se requiere cortes histológicos para ver claramente el tipo de estivación.

Algunas estivaciones estándar del perianto son las siguientes:



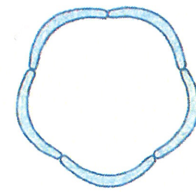
Imbricado alternado, donde se imbrican los elementos externos del perianto (sépalos o tépalos) alternándose con los elementos internos (pétalos o tépalos) en diferentes radios.



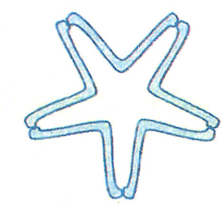
Convoluta o contorta, es una forma de imbricación donde las partes del perianto se sobreponen por uno de los márgenes.



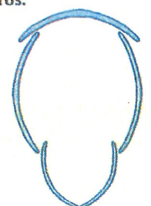
Quincucial, imbricación de los elementos del perianto de un solo verticilo pentámero el cual tiene dos de sus elementos sobrepuestos por uno de sus dos lados entre si y sobrepuestos a otros dos elementos por el lado contrario, uno sobreponiéndose por sus dos lados a los otros dos que están por debajo de los dos primeros.



Valvar, con un verticilo cuyos elementos se unen por uno de sus márgenes sin sobreponerse.



Involuta, una forma valvar, donde cada elemento del perianto se induplica (es decir se pliega hacia el eje central)



Coclear: uno de los elementos es más grande y envuelve completamente a los demás; se dice que es **vexilar** o descendente (en el caso de la estivación, sobre todo) si el elemento mayor es el más adaxial o posterior (vexilo o estandarte), y se llama **carinal** o ascendente si el elemento mayor es el más abaxial o anterior (carena o quilla)

Diagrama Floral

Se trata de representaciones graficas de las diferentes partes de una flor o un botón floral, en los cuales se presenta la relación del perianto, androceo y gineceo e ilustra cómo están dispuestos los elementos del perianto y la estivación de los mismos, los estambres, la placentación del ovario entre otros caracteres.

En la tabla adjunta se presenta como se representan los componentes de la flor.

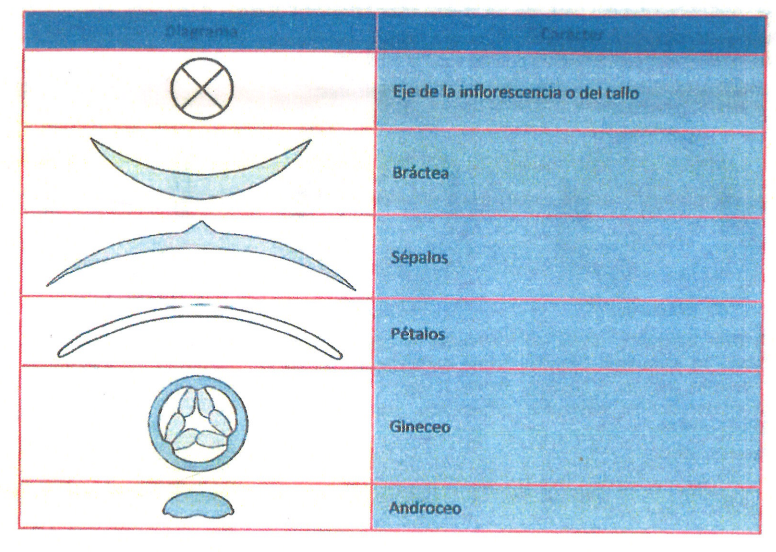
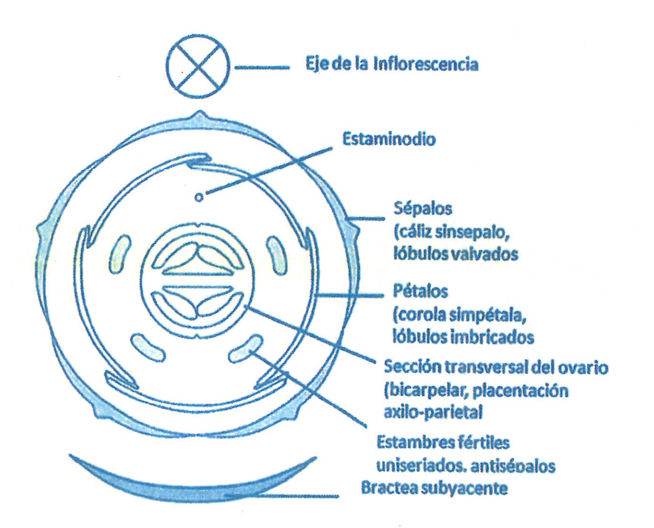
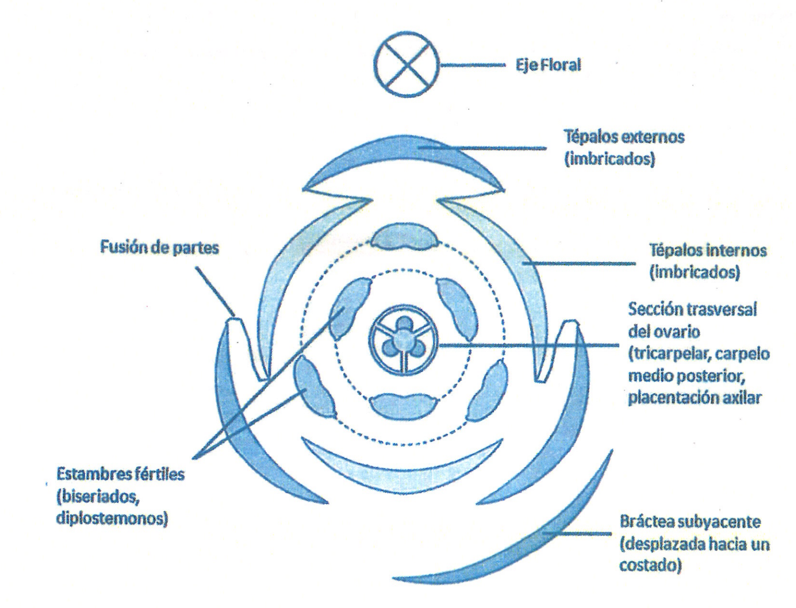


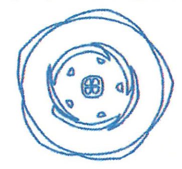
Diagrama	Carácter
	Eje de la inflorescencia o del tallo
	Bráctea
	Sépalos
	Pétalos
	Gineceo
	Androceo

Ejemplos:





Algunos ejemplos de diagramas florales.



Borago officinalis



Vitis vinifera "vid"



Ruta graveolens "ruda"



Oriza sativa "arroz"



Cydonia oblonga "membrillo"



Plantago majus "llantén"



Loasa urens "ortiga mayor"



Erythroxylon coca "coca"



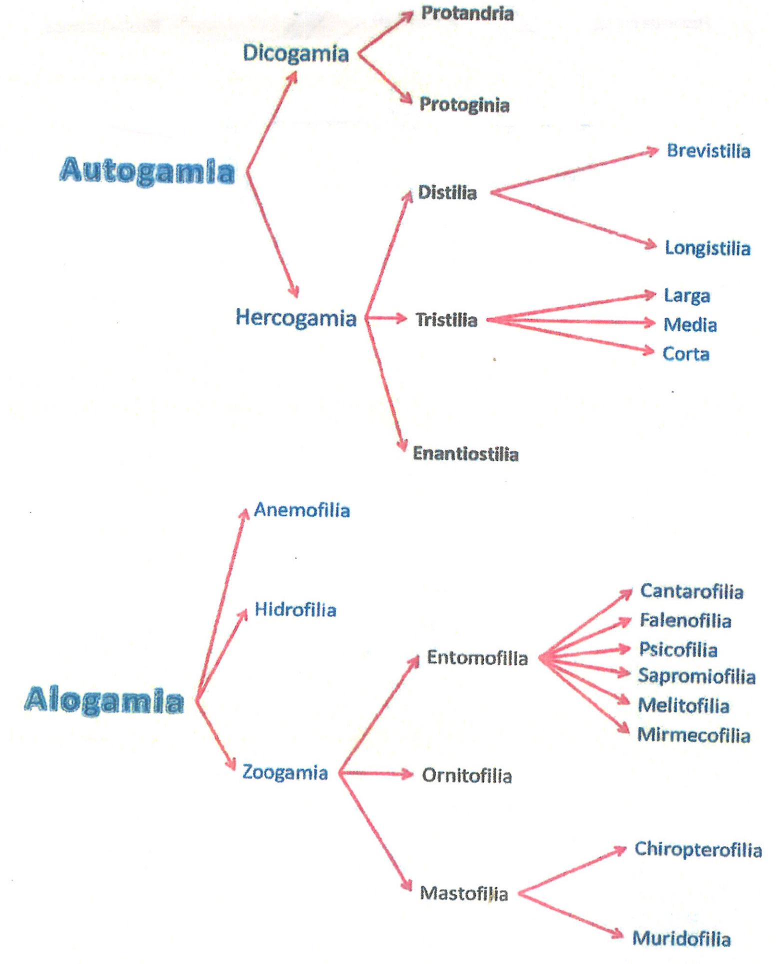
Rosa sp. "rosa"

Funciones de la Flor

Polinización.

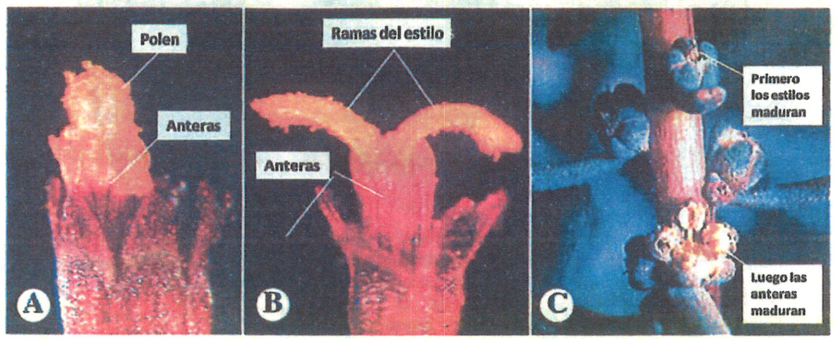
Es la función mediante la cual el polen es depositado desde el microsporangio (anteras) hasta el ovulo o estigma del pistilo. Se puede llevar a cabo de tres maneras: directa, indirecta y artificial. La ciencia encargada del estudio de los procesos y mecanismos involucrados en la reproducción sexual y asexual de las plantas es la Biología Reproductiva de Plantas.

Para resumir los procesos de polinización en plantas se presenta el siguiente diagrama sinóptico:



Polinización directa, autopolinización o autogamia: cuando el pólen es depositado sobre el estigma de la propia flor. Este tipo de polinización ocurre en flores cleistógamas, pero no es frecuente debido a fenómenos como:

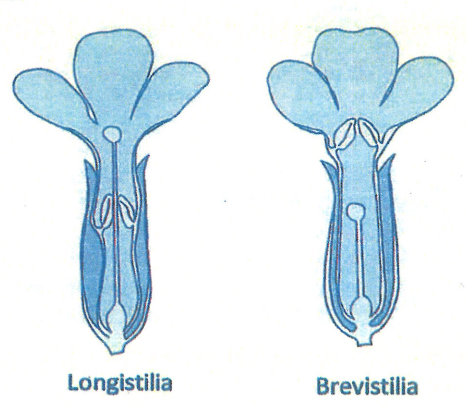
a) **Dicogamia,** que consiste en que la maduración de los estambres y carpelos en las flores hermafroditas, no es al mismo tiempo, entonces se tiene:
- **Proterandria, Protandria**; si los estambres maduran primero, *Pelargonium roseum* "geranio"
- **Proteroginia, Protoginia**; si los carpelos son los primeros en madurar, *Plantago majus*"llantén"



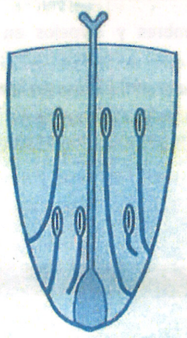
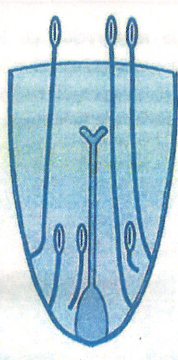
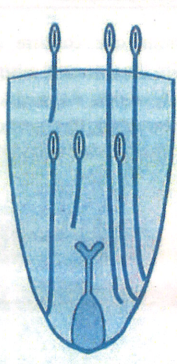
A, B, Protandria en *Encelia californica* (Asteraceae) **A.** el estilo se alarga a través del tubo anteral, empujando el polen hacia afuera. **B.** el estilo ha terminado de alargarse y las ramas del estilo se han desplegado. **C.** Protoginia en *Suaeda* (Chenopodiaceae). Los estilos una vez madurados se secan a la vez que las flores se abren para liberar el polen.

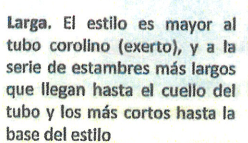
b) **Hercogamia,** sucede cuando en una flor hermafrodita los estambres y los carpelos maduran al mismo tiempo, pero su posición en general es tal, que no pueden ponerse en contacto. Así tenemos:

1. **Distilia.**
   - Longistilia (Pin), cuando los estilos son de mayor longitud que los estambres, *Linum usitatissimum* "lino"
   - Brevistilia (Trum), cuando los estilos son de menor longitud que los estambres, *Trifolium repens* "trébol"



2. **Tristilia**

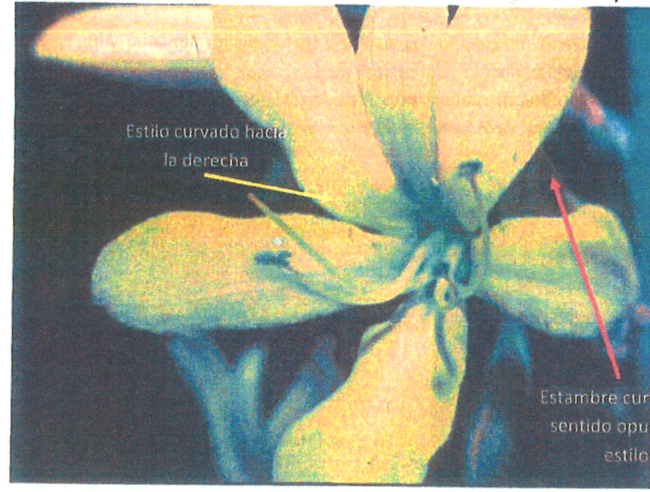


Larga. El estilo es mayor al tubo corolino (exerto), y a la serie de estambres más largos que llegan hasta el cuello del tubo y los más cortos hasta la base del estilo

Media. El estilo se encuentra al mismo nivel del cuello del tubo corolino, y casi a la mitad de la longitud de la serie de estambres exertos, y los estambres más cortos

Corta. El estilo es corto y no supera la longitud de las dos o tres series de estambres

3. **Enantiostilia.** Se da cuando El estilo se curva hacia la derecha o izquierda del eje floral visto desde el frente, siendo las flores dextrógiras o levógiras según corresponda; esta curvatura del estilo corresponde con al menos la curvatura de un solo estambre en sentido opuesto.



Polinización Indirecta, cruzada o alogamia: Si el polen se transporta de las anteras de una flor a otra de la misma planta o de otras plantas de la misma especie. Este tipo de polinización se da con mucho más frecuencia y es propio de la mayor parte de flores hermafroditas y de todas las flores unisexuales, se realiza por intermedio de diversos agentes que actúan como transportadores del polen, de acuerdo a esto tenemos:



Anemofilia o anemogamia, cuando la polinización se realiza por medio del viento. Es típico de muchas gramíneas, salicáceas, etc.



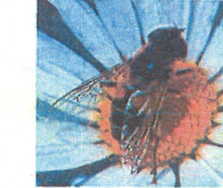
Hidrofilia o hidrogamia, cuando la polinización se lleva a cabo por medio del agua, ocurre generalmente en las plantas acuáticas

Zoofilia o zoogamia, si la polinización se realiza por medio de animales. Puede ser:

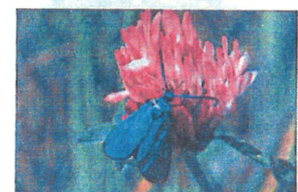
Entomofilia o entomogamia, si se realiza por medio de insectos, a la vez tenemos tipos de plantas según el tipo de insectos:



Cantarófilia, si los agentes son coleópteros



Sapromifilia, si los agentes son moscas



Falenofilia, si son polillas nocturnas



Melitofilia, si los agentes son abejas



Psicofilia: si los agentes son mariposas



Mirmecofilia, si los agentes son hormigas

Ornitofilia o ornitogamia, si los agentes polinizadores son las aves, como los picaflores.



Mastofilia o Mastogamia, si los agentes polinizadores son mamíferos





Chiropterofilia, cuando la realizan los murciélagos

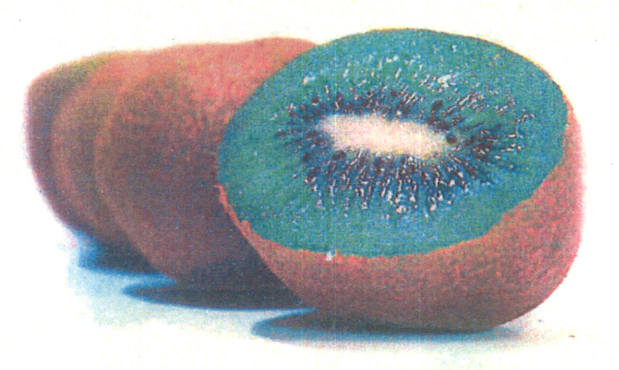


Muridofilia, el agente polinizador es un ratón.

Polinización artificial, llevada a cabo por la intervención del hombre.



CAPITULO 7. FRUTOS Y SEMILLAS



Definición de Fruto

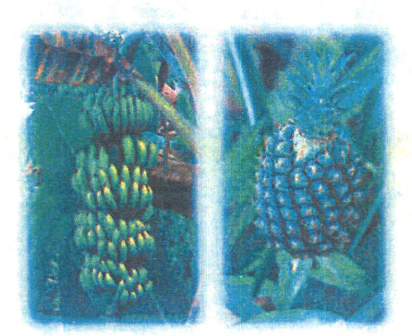
El fruto es la parte de los vegetales que está a cargo de proteger las semillas y asegurar su dispersión. Es el resultado de la fecundación del ovario.

Las paredes del fruto son conocidas como pericarpio, que son los carpelos originales del pistilo transformadas en el fruto después de la fertilización.

En algunos casos intervienen las partes accesorias o induvias (vestido) como el receptáculo de las inflorescencias y tálamos de las flores.

Partenocarpia

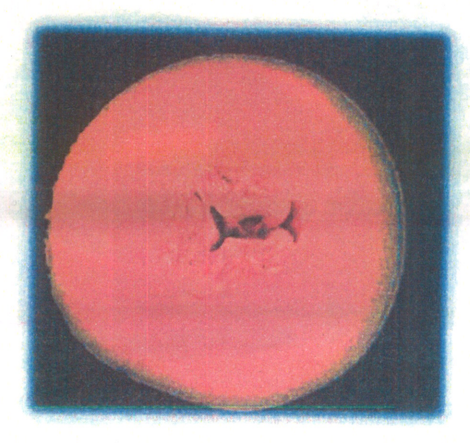
Es el fenómeno mediante el cual el ovario desarrolla sin que haya sido fecundado ni menos formado las semillas. Puede presentarse de manera constante en algunas plantas o accidentalmente, en tales casos los sacos embrionarios degeneran. A veces solo basta el contacto del grano de polen sobre el estigma para determinar para determinar el desarrollo del ovario; otras, son factores del ambiente tales como las heladas, traumatismos, entre otros. De manera constante se presenta partenocarpia, en el "platano" (*Musa paradisiaca*), "piña" (*Ananas comosus*)



Partenocarpia en *Musa paradisiaca* y *Ananas comosus*

Partes del Fruto

El fruto comprende 3 partes: Epicarpio o exocarpio, Mesocarpio y el Endocarpio



1. **Epicarpio:** Es la capa externa del fruto, formada por la epidermis del ovario y conocida con el nombre de cáscara del fruto.
   El epicarpio puede ser:
   a) **Liso:** Manzana (*Malus communis*)
   b) **Pruinoso:** cubierto de cera como la uva (*Vitis vinifera*)
   c) **Glanduloso:** como la naranja (*Citrus auriantum*)
   d) **Pubescentes o pilosos:** como el durazno (*Prunus persica*)
   e) **Espinoso:** como el chamico (*Datura stramonium*)
   f) **Gloquidio:** pelos ganchudos como el trébol (*Medicago polymorpha*)



Epicarpio liso en *Malus communis* | Epicarpio pruinoso en *Vitis vinifera* | Epicarpio glanduloso en *Citrus aurantium*

Epicarpio pubescente en *Prunus persica* | Epicarpio espinoso en *Datura stramonium* | Epicarpio gloquidio en *Medicago polymorpha*

2. **Mesocarpio:** Capa intermedia del fruto, formada por el parénquima del ovario, generalmente comestible, en algunos frutos es delgado (frutos secos) y en otros es grueso y carnoso (frutos carnosos), como el durazno.
3. **Endocarpio:** También integrado por parénquima, es la capa interna que está en contacto directo con la o las semillas; algunas veces es membranoso, como en la manzana, pétreo u óseo como el durazno formando el carozo, o puede ser carnoso como en la uva y la tuna.

Clasificación de los frutos

Los frutos presentan gran variedad de formas, por ejemplo: esféricos o teretes, cilíndricos, elipsoides, ovoides, cónicos, obcónicos, piriforme, lenticulares, alados, etc.

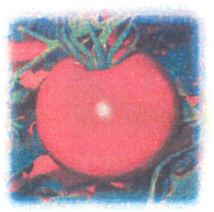


Por la cantidad de ovarios que les dan origen, tenemos: simples, agregados y compuestos.

4. ***Simples:*** Se desarrollan a partir de una sola flor que tiene o bien un único carpelo o pistilo o bien varios carpelos o pistilos soldados son de dos tipos: carnosos y secos.

   Carnosos, Son aquellos frutos en los que su pericarpio se hace jugoso y blando; generalmente son indehiscentes, las semillas sólo pueden salir cuando el pericarpio es consumido por diferentes animales o por medio de la putrefacción. Son de los siguientes tipos:

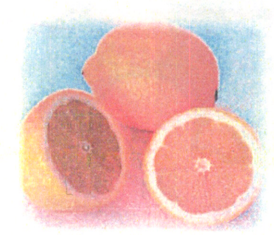
   a. **Baya**, fruto que presenta el epicarpio membranoso, mesocarpio y endocarpio carnosos; tienen varias semillas, *Solanum lycopersica* (=*esculentum*) "tomate" bicarpelar, *Vitis vinifera* "uva"



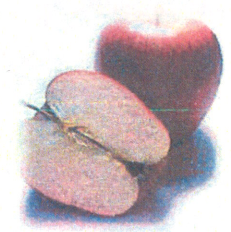


Presenta las siguientes formas especiales:

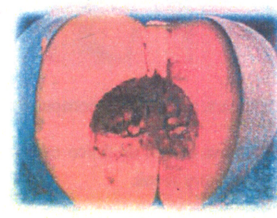
- **Hesperidio**, el endocarpio está formado por pelos glandulosos con jugos azucarados (es la parte comestible), *Citrus auriantum* "naranja", *Citrus limo* "limón", *Citrus medica* "cidro" y los demás cítricos.
- **Pomo o meloníde:** fruto en cuya formación interviene el receptáculo, que es el que se vuelve carnoso, encerrando las semillas en el endocarpio a modo de láminas cartilaginosas, *Malus communis* "manzana", *Cydonia oblonga* "membrillo".
- **Pepónide:** este fruto presenta el epicarpio más o menos duro igual que el mesocarpio y el endocarpio carnoso donde se incluyen las semillas o bien se reabsorbe presentando una gran cavidad, *Citrullus vulgaris* "sandia", *Cucurbita pepo* "zapallo", *Cucumis melo* "melón".
- **Balausta:** (flor del granado). El tálamo adquiere un enorme desarrollo, el pericarpio es coriáceo y el interior dividido en cavidades mediante tenues membranas y repleto de multitud de semillas que se encuentran cubiertas de sacos que contienen jugo azucarado de color rojo (arilo), *Punica granatum* "granada"



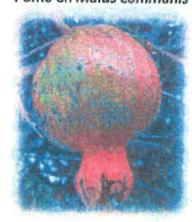
Hesperidio en *Citrus limo*



Pomo en *Malus communis*

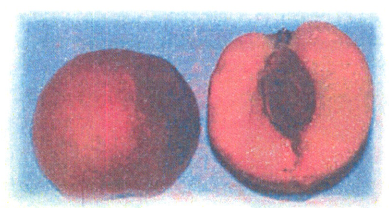


Peponide en *Cucurbita pepo*



Balausta en *Punica granatum*

b. **Drupa**, formada por un carpelo con un solo óvulo, con endocarpio lignificado que forma el hueso o carozo; indehiscente, *Prunus persica* "durazno"



c. **Nuculema**, semejante a la drupa pero con dos o más carozos, *Eriobotrya japonica* "níspero".



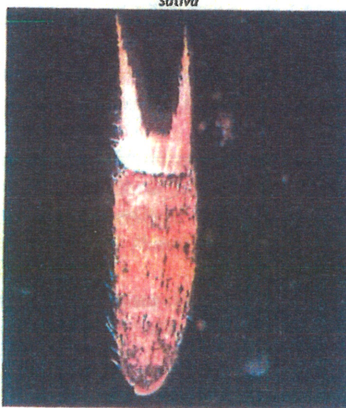
Secos: Son aquellos que cuando el pericarpio madura se seca. Son de las siguientes clases: indehiscentes y dehiscentes.

a. **Indehiscentes**, cuando el fruto madura y no se abre para dejar salir a la semilla. Son de los siguientes tipos:
   - **Cariopse, cariopsis o grano**, cuando la semilla está pegada o adherida al pericarpio. Este tipo de fruto lo presentan las gramíneas y las ciperáceas, entre los que se encuentran *Zea mays* "maíz", *Triticum aestivum* "trigo"
   - **Aquenio**, fruto monospermo formado por un solo carpelo, el pericarpio no está adherido a la semilla. Proviene de un ovario súpero, *Alisma plantago-aquatica* "llantén de agua"
   - **Cipsela**, son los aquenios provenientes de un ovario ínfero, conformado por más de dos carpelos, lo presentan las asteráceas *Helianthus annus* "girasol", *Taraxacum officinale* "diente de león", *Matricaria recutita* "manzanilla"
   - **Nuez, núcula o glande:** (semilla) Fruto monospermo, parecido al aquenio pero con una pared endurecida, se llama también núcula, *Castanea sativa* "castaño", *Quercus pedunculata* "roble"
   - **Sámara:** (fruto alado) Es un aquenio alado de una o dos semillas. Las alas son producto del crecimiento del pericarpio. *Fraxinus americana* "fresno" sámara, *Acer palmatus* "hacer" disámara.
   - **Esquizocarpo:** Cuando el fruto en la madurez se fragmenta en dos o más partes, cada una de ellas se denomina frúctulo, mericarpo o aquenio y contienen una semilla, son de los siguientes tipos:
     - **Diaquenio:** Se divide en dos mericarpos, *Foeniculum vulgare* "hinojo"
     - **Tetraquenio:** Se divide en cuatro mericarpos, *Ocimum basilicum* "albaca"
     - **Poliaquenio:** Se divide en más de cuatro mericarpios, *Malva parviflora* "malva silvestre" Malváceas
     - **Regma:** Fruto esquizocarpo de más de dos carpelos que se dividen en monocarpos en la madurez. En este fruto los estilos de los gineceos se sueldan en un solo cuerpo, para luego, al madurar el fruto separarse de la columna axial cada uno con su correspondiente carpelo. Es el fruto de las geraniáceas, *Pelargornium zonale* "geranio", *Erodium cicutarum* "alfilerillo".

- **Lomento:** Fruto similar a una legumbre que se divide por constricciones en una serie lineal de segmentos transversales, cada una con una semilla libre, se encuentra en fabáceas mimosoideas.
- **Craspedio:** Monocarpo que se descompone en segmentos transversales secos, monospermos e indehiscentes por separarse estos de un septo o bastidor formado por el nervio medio y la sutura ventral del carpelo. En este fruto queda la armadura del mismo sobre su pedicelo y los fragmentos se separan de ella, *Mimosa púdica*


Cariopse en *Zea mays, Trticum aestivum y Oriza sativa*


Aquenios en *Alisma plantago-aquatica*

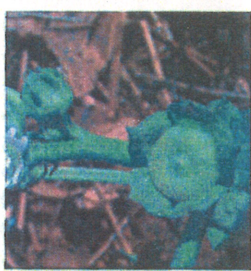

Cipsela en *Taraxacum officinale*

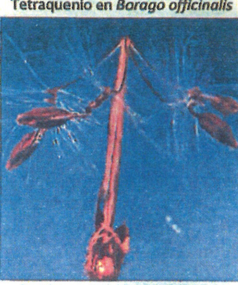

Nucula en *Quercus ruber*


Samara en *Fraxinus americanus*


Diaquenio en *Foeniculum vulagre*


Tetraquenio en *Borago officinalis*


Poliaquenio en *Malva parviflora*


Regma en *Pelargonium zonale*


Lomento en *Anadenanthera colubrina*


Craspedio en *Mimosa púdica*

b. **Dehiscentes**, cuando el fruto madura y se abre para dejar salir a la semilla. Son de los siguientes tipos:

Frutos que se desarrollan de un solo carpelo:

- **Folículo:** Es unilocular y multiovular que se abre mediante la sutura ventral, *Aconitum napellus* "el acónito", *Asclepias curassavica* "flor de seda"
- **Legumbre:** Llamada también vaina, es unilocular, multiovular que se abre mediante una sutura dorsal y una ventral, como en *Spartium junceum* y las demás fabáceas.

Frutos con un ovario con dos o más carpelos:

- **Silicua:** proviene de un ovario bicarpelar, bilocular, por la presencia de un falso tabique llamado disepimento. La dehiscencia comienza en la parte basal, es decir en la inserción de la silicua al tallo y termina en la parte del ápice. Las semillas quedan adheridas a un marco formado por las placentas, llamado replo, hacia el centro se halla el disepimento. Cuando la silicua es tan ancha como larga se denomina silícula, es propia de las brassicaceas.

- **Cápsula:** Ovario compuesto de dos o más carpelos con varias semillas, de acuerdo a la dehiscencia tenemos:
  - **Cápsula valvar:** si se abre mediante valvas, "lirio" *Iris germanica*.
  - **Cápsula poricida:** si se abre por agujeros. *Antirrhinum majus* "boca de sapo", *Papaver somniferum* "amapola".
  - **Cápsula septicida:** si se abre a lo largo de la línea de sutura de los carpelos, *Gossypium barbadense* "algodón"
  - **Cápsula loculicida:** si se abre a lo largo de la nervadura central de cada carpelo.
  - **Cápsula septifraga:** si se abre por las nervaduras medias acompañadas de la rotura de los tabiques, *Datura stramonium* "chamico".
  - **Pixidio:** si se abre mediante una tapa, *Plantago major* "llantén",



Folículo en *Asclepias curassavica*

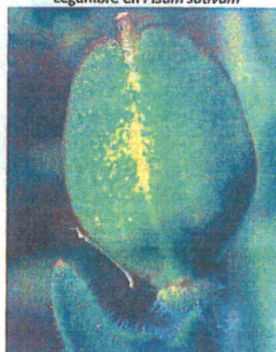


Legumbre en *Pisum sativum*





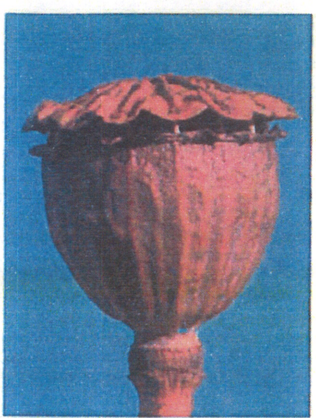
Silicua en *Brassica rapa*



Silícula en *Lepidium campestre*



Capsula valvar en *Iris germanica*



Capsula poricida en *Papaver somniferum*



Capsula septicida en *Agave americana*



Capsula septifraga en *Datura stramonium*

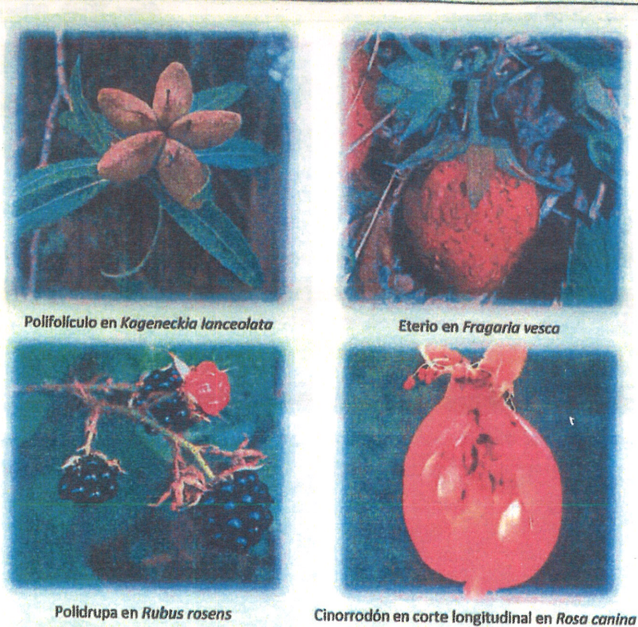


Pixidio en *Plantago major*



Capsula (diplotegio)en *Eucaliptus globulus*

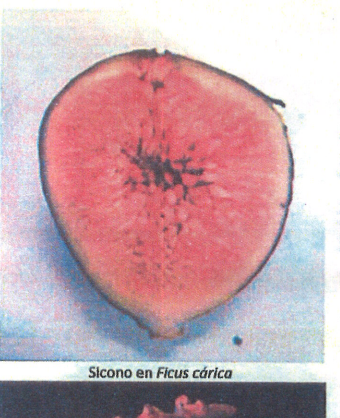
5. ***Frutos agregados o múltiples***: Son aquellos que proceden de una sola flor que tienen varios ovarios libres (gineceo apocárpico) y por consiguiente están formados por un número similar de pequeños frutos, todos ellos sobre un receptáculo común.
   - **Polifolículo:** constituido por varios folículos, *Kageneckia lanceolata* "lloque".
   - **Eterio:** es un policarpio constituido por diminutos aquenios que se nota como granillos sobre el eje floral apandado y carnoso. *Fragaria vesca* "fresa"
   - **Polidrupa:** formada por varias drupas pequeñas sobre un eje carnoso, *Rubus idaeus* "frambuesa", *Rubus roseus* "zarzamora"
   - **Cinorrodón:** constituidos por aquenios que están encerrados en el receptáculo excavado a modo de cántaro y vuelto carnoso, *Rosa canina* "rosa"



Polifolículo en *Kageneckia lanceolata* | Eterio en *Fragaria vesca*

Polidrupa en *Rubus rosens* | Cinorrodón en corte longitudinal en *Rosa canina*

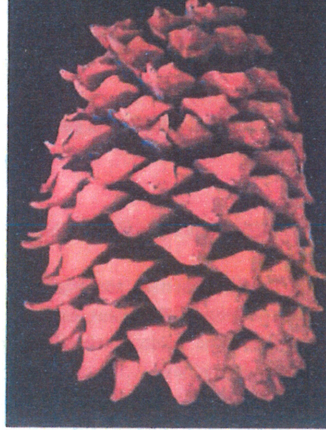
6. ***Frutos compuestos, Sinantocarpios, Infrutescencias***: Son agregados de frutos provenientes de ciertas inflorescencias que toman el aspecto de un solo fruto. Esto resulta de que la parte del tallo o eje florífero sobre la cual se insertan los frutos crece y se hace carnoso.
   - **Sicono:** el eje de la inflorescencia se encuentra a manera de bolsa dentro del cual se encuentran las flores que después darán los verdaderos frutos (aquenios), *Ficus cárica* "higo"
   - **Sorosis o sorosio:** con los frutos apiñados y coherentes sobre el eje de la inflorescencia que se vuelve carnoso, *Ananas comosus* "piña"
   - **Cono o estróbilo:** falsa infrutescencia en forma de cono que proviene de una inflorescencia femenina cuyos carpelos se vuelven duros o coriáceos, es propio de las gimnospermas, *Pinus radiata* "pino", *Araucaria excelsa* "araucaria"
   - **Gálbula,** es un cono o estróbilo carnoso o abayado, propio de algunas gimnospermas como la *Ephedra americana* "pinco-pinco"



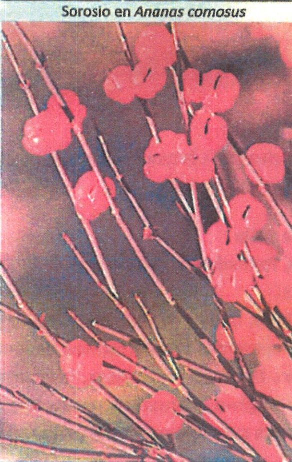
Sicono en *Ficus cárica*



Sorosio en *Ananas comosus*



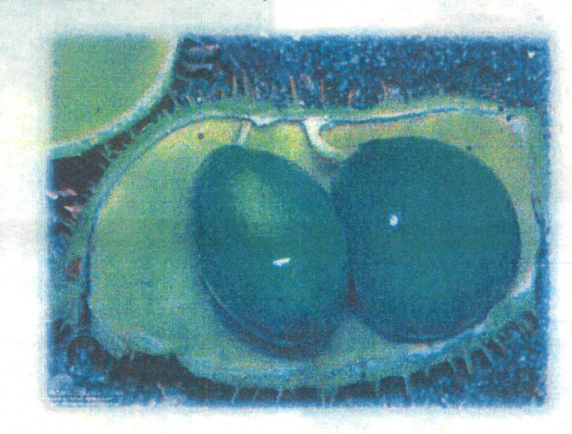
Cono o estróbilo en *Pinus coulteri*



Galbulos en *Ephedra nebrodensis*

Definición de Semilla

La semilla es el óvulo fecundado, transformado y maduro.



Origen de la semilla.

La semilla se origina de la fecundación del gameto masculino, el anterozoide con el gameto femenino, la ovocélula.

Partes de la semilla

1) **El embrión**, formado por células que darán lugar a las estructuras de la planta adulta (raíz, yemas, tallos, hojas).
2) **Los cotiledones**, uno en las monocotiledóneas y dos en las dicotiledóneas, son órganos de absorción que toman nutrientes de las reservas de la semilla. En las monocotiledóneas, este tejido se llama endospermo. En las dicotiledóneas, los cotiledones actúan como tejido de almacenamiento. En el embrión de las gimnospermas con frecuencia existen varios cotiledones.
3) **La testa**, es una capa externa que protege las anteriores estructuras y evita la pérdida de agua.

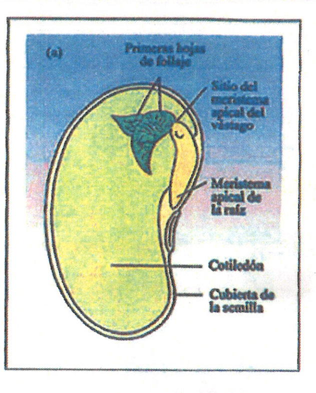
Estructura de la semilla

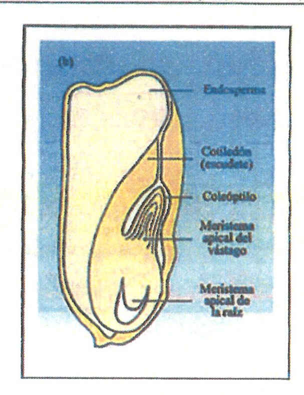
La semilla germinada angiospérmica consta de

1. **Tegumento**, cubierta o envoltura de la semilla, que protege y es durable.
2. **Hilo**, punto de unión con la semilla y el ovario.
3. **Cotiledón(es)**, es donde se almacena la reserva alimenticia (endospermo).
4. **Plúmula**, allí se forman las primeras hojas verdaderas.
5. **Gémula**, es el esbozo de la yema terminal.
6. **Radícula**, es una estructura que sale de la plúmula y se convierte luego en raíz.

En el nudo de fijación de los dos cotiledones, divide el eje en dos regiones:

- Hipocótilo, la región inferior de la plántula, se desarrolla luego en la raíz primaria.
- Epicótilo, región superior de la plántula, parece un pequeño racimo de hojas diminutas.





Clasificación de Semillas

Según el número de cotiledones, las angiospermas, se dividen en dos grupos

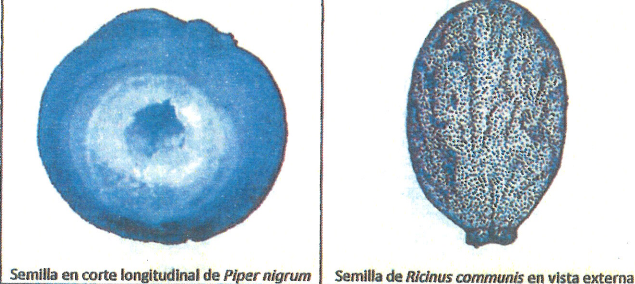
- Monocotiledóneas, que solo tiene UN solo cotiledón en su embrión.
- Dicotiledóneas, Que tienen embriones con DOS cotiledones.

Clases de semillas según la germinación

- Epigeas: Cuando al desarrollarse, el tallo embrionario, se desarrolla activamente, llevando consigo los cotiledones que se guardan adheridos a él.
- Hipogeas: Conservan sus cotiledones en el suelo.

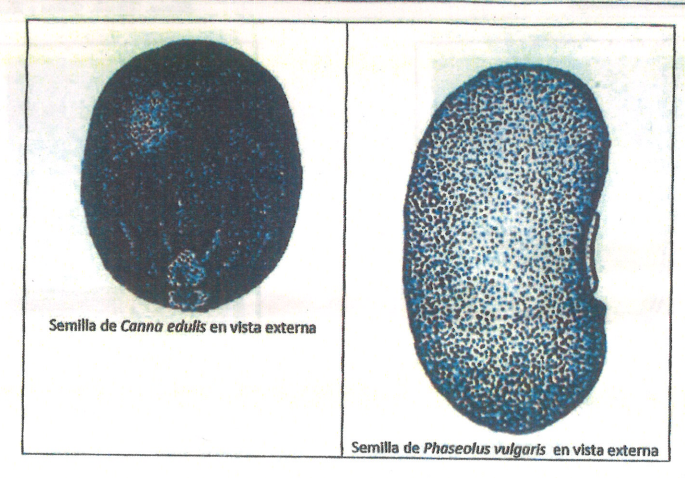
Clases de semilla por el tejido nutricio

- Semillas cuyo embrión posee endospermo y perispermo, *Piper nigrum* "pimienta"
- Semillas cuyo embrión tiene solo endospermo, *Ricinus communis* "higuerilla"
- Semillas cuyo embrión tiene solo perispermo, *Canna edulis* "achira"
- Semillas cuyo embrión no tiene endospermo ni perispermo, *Phaseolus vulgaris* "frejol"



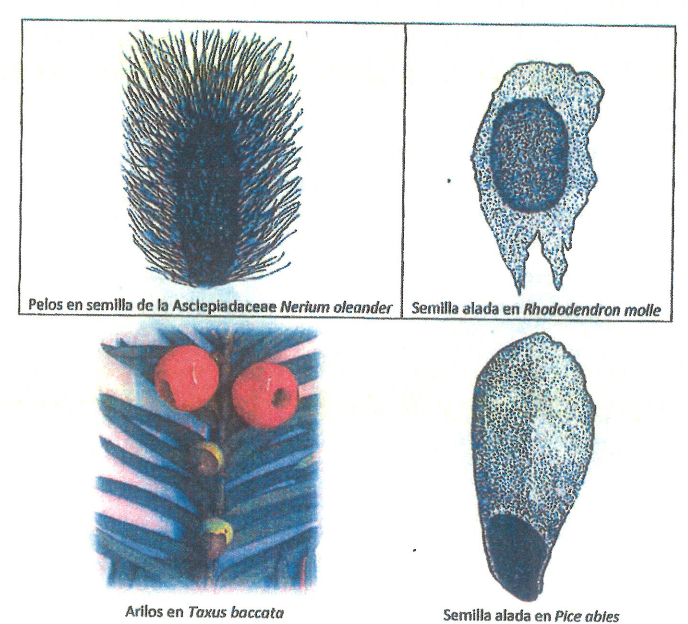


Semilla en corte longitudinal de *Piper nigrum* | Semilla de *Ricinus communis* en vista externa


Semilla de *Canna edulis* en vista externa

Semilla de *Phaseolus vulgaris* en vista externa

Las semillas pueden presentar apéndices como alas, pelos, arilos, que están relacionados con la dispersión. Los pelos son propios de semillas pequeñas, contenidos frecuentemente en frutos de dehiscencia lenta, por ejemplo las semillas de Asclepiadáceas. Los pelos de las semillas del algodón (*Gossypium barbadense*) pueden medir de 10 a 65 mm, se utilizan en la industria textil, y se conocen comercialmente como "fibra de algodón". Las semillas con pelos son tan comunes como las aladas, en *Luehea* es el funículo el que se transforma en ala.


Pelos en semilla de la Asclepiadaceae *Nerium oleander*

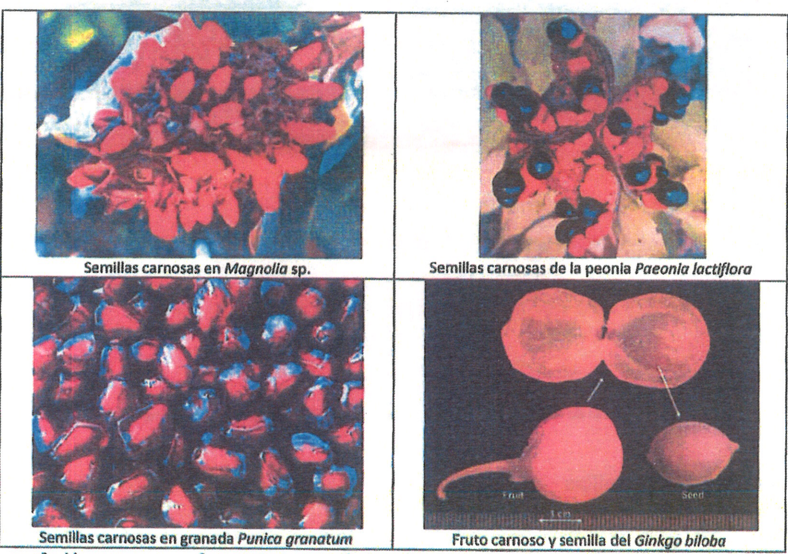
Semilla alada en *Rhododendron molle*

Arilos en *Taxus baccata*

Semilla alada en *Pice abies*

Semillas que parecen frutos

Aunque los frutos cumplen la función de dispersión de las semillas y a menudo se consigue haciéndolos atractivos para los animales que las dispersan ingiriéndolos, en algunos casos la cubierta seminal se vuelve carnosa, haciendo la función del pericarpio, esto ocurre en algunas plantas, como en la magnolia, la peonía, la granada o en el ginkgo, donde a esa capa carnosa de la semilla se le denomina sarcotesta.



Semillas carnosas en *Magnolia* sp.

Semillas carnosas de la peonía *Paeonia lactiflora*

Semillas carnosas en granada *Punica granatum*

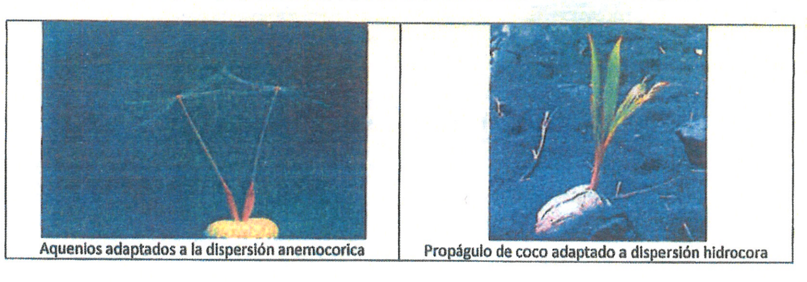
Fruto carnoso y semilla del *Ginkgo biloba*

Otra confusión, no menos frecuente, es atribuir a las legumbres, como el garbanzo, la lenteja, los guisantes, las judías, etc., la calificativa de frutos, cuando en realidad se trata de semillas de un fruto de tipo legumbre.

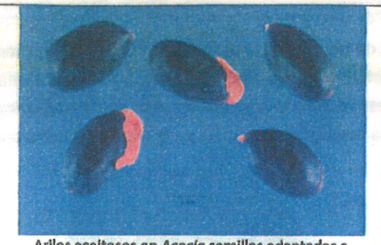
Dispersión de las semillas

La dispersión de las semillas en la superficie terrestre se denomina diseminación, la cual se lleva a cabo por mecanismos propios de los frutos o por agentes externos.

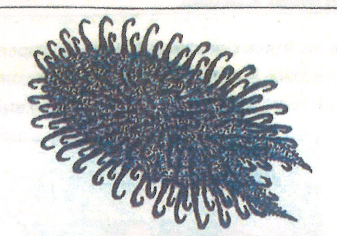
Por agentes externos tenemos: por el viento (anemócoras), por los animales (zoocoras), por el agua (hidrocoras), por autodispersión (autócoras) y polícoras, cuando intervienen varios agentes.


Aquenios adaptados a la dispersión anemocorica

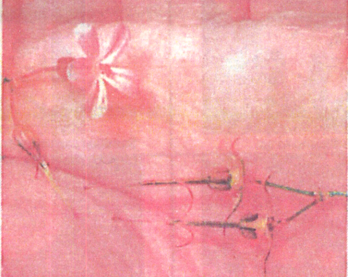
Propágulo de coco adaptado a dispersión hidrocora



Arilos aceitosos en *Acacia* semillas adaptadas a estrategias zoocoras



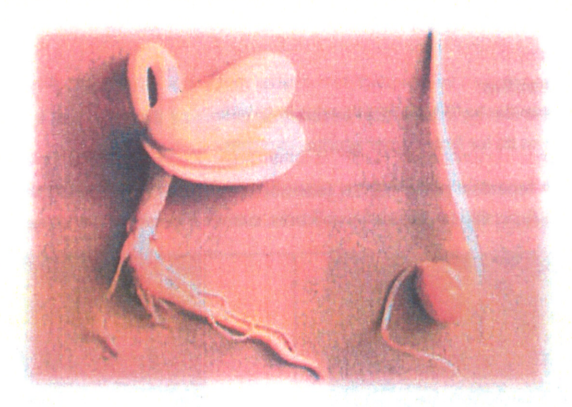
La presencia de ganchos en este *Xanthium* sp. Adaptada a estrategias zoocoras



Semillas de alfilerillo *Erodium cicutarum* adaptadas a estrategias autócoras

Germinación de las semillas

Es el paso de la semilla del estado de vida latente (inactivo) a la vida activa, o también se puede decir, que germinación es la transformación del embrión en una nueva planta.



Germinación de *Phaseolus vulgaris* "frejol" y *Zea mays* "maiz"

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALDAVE, A.; MOSTACERO , J. 2002. Botánica General, Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo Peru.

BARLOW, P. W. 1989. Meristems, metamers and modules and the development of shoot and root systems. Botanical Journal of the Linnean Society 100: 255-279.

BARLOW, P. W. 1994. From cell to system: repetitive units of growth in the development of roots and shoots. In: Growth Patterns in Vascular Plants. (ed. M. Iqbal), pp. 19-58. Dioscorides Press, Portland.

BARTHÉLÉMY, D. & Y. CARAGLIO. 1991. Modélisation et simulation de l'architecture des arbres. Forêtentrerprise 73: 28-39.

BARTHÉLÉMY, D. 1986. Establishment of modular growth in a tropical tree: Isertia coccinea Vahl. (Rubiaceae). Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 313: 89-94.

BARTHÉLÉMY, D. 1991. Levels of organization and repetition phenomena in seed plants. Acta Biotheoretica 39: 309-323.

BARTHÉLÉMY, D., C. EDELIN & F. HALLE. 1991. Canopy Architecture. In: Physiology of trees (ed A.S. Raghavendra), pp. 1-19. J. Willey & Sons, Inc. London.

BARTHÉLÉMY, D., F. BLAISE, T. FOURCAUD & E. NICOLINI. 1995. Modélisation et simulation de l'architecture des arbres: bilan et perspectives. Revue Forestiere de France 47: 71-96.

BELL, A. 1986. The simulation of branching patterns in modular organisms. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 313: 143-159.

BELL, A. 1991. Plant form. An illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University Press, Hong Kong. 341 pp.

BELL, A. 1993. Les plantes à fleur: Guide morphologique illustré. Masson, Paris. 341 pp.

BELL, A. 1994. A summary of branching process in plants. In: Shape and form in plants and fungi (eds. D.S. Ingram & A. Hudson), pp. 119-142. Academic Press, London.

BLAISE , F., J.F. BARCZI, M. JAEGER, P. DINOUARD & P. DE REFFYE. 1998. Simulation of the growth of plants. Modelling of metamorphosis and spatial interactions in architecture and development of plants. In: Cyberworlds (eds. T.L. Kunii & A. Luciani), pp. 81-109. John Wiley & Sons, Tokyo.

BOJNANSKÝ, V. & FARGAŠOVÁ A. 2007. Atlas of seeds and fruits of central and east-european flora. Springer. Dordrecht. Holanda.

BRISKE, D.D. 1991. Developmental Morphology and Physiology of Grasses. In: Grazing management: An ecological perspective (eds. R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth), pp. 85-108. Timber Press, Portland.

CALLAGHAN, T.V., B.M. SUENSSON, H. BOWMAN, D.K. LINDLEY & B.A. CARLSSON. 1990. Models of clonal plant growth based on population dynamics and architecture. Oikos 57: 257-269.

CAVERO, R. Y. Y LOPEZ, M. L. Introduccion a la botánica. Ediciones Universidad de Navarra S. A. Pamplona. España.

CLARK, L. & J. FISHER. 1986. Vegetative Morphology of grasses: shoots and roots. In: Grass systematic and evolution. (eds. T.R. Soderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell, & M.E. Barkworth), pp. 37-47. Smithsonian, Washington.

CUTLER, D.F., BOTHA, C.E.J. & STEVENSON, D. W. 2007. Plant anatomy : an applied approach. Blackwell Publishing. Victoria. Australia.

DANJON, F., D. BERT, C. GODIN & P. TRICHET. 1999. Structural root architecture of 5-years-old Pinus pinaster measured by 3D digitising and analysed with AMAPmod. Plant and Soil 217: 49-63.

ECKERT, C.G. 1999. Clonal plant research: proliferation, integration, but not much evolution. American Journal of Botany 86: 1649-1654.

EDELIN, C. 1984. L'architecture monopodiale: l' exemple de quelques arbres d'Asie tropicale. PhD Thése. Universite de Montpellier II, France. 258 pp.

EVERT, R. F. 2006. Esau's Plant anatomy : meristems, cells, and tissues of the plant body : their structure, function, and development. John Wiley y Sons Inc. New Jersey. USA.

FUENTES, J. 2001. Iniciación a la Botánica, Ediciones Mundiprensa. Madrid - España.

GODIN, C., Y. GUÉDON, E. COSTES & Y. CARAGLIO. 1997. Measuring and analyzing plants with AMAPmod software. In: Plants to ecosystems. (ed. M.T. Michalewicz.), pp. 53-84. CSIRO, Australia.

HAGEMANN, W. 1981. Wuchsformenuntersuchungen an balkanischen Hypericum-sippen. Botanische

HALLÉ, F., R. A. OLDEMAN & P.B. TOMLINSON. 1978. Tropical trees and forests. Springer Verlag, Berlín. 442 pp.

HALLÉ, F. & R. A. OLDEMAN. 1970. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson. Paris. 198 pp.

HARPER, J. L. & J. WHITE. 1974. The demography of plants. American Review of Ecology and Systematics 5: 419-463.

HARPER, J. L. 1977. Population biology of plants. London Academic Press, London. 892 pp.

HARRIS, J. G. & M. W. HARRIS. 2001. Plant identification terminology: an illustrated glossary. Spring lake publishing. Utah. USA.

HERBEN, T., T. HARA, CH. MARSHALL & L. SOUKUPOVÁ. 1994. Plant clonality: Biology and Diversity. Folia Geobotanica & Phytotaxonomica 29: 113-122.

HUTCHINGS, M. J. & M. M OGIE. 1990. The spatial structure of clonal plants: control and consequences In: Clonal growth in plants: regulation and function. (eds. J. M. van Groenendael & H. de Kroon.), pp. 57-76. SPB Academic Publishing, The Hague.

Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 102: 239-254.

JEANNODA-ROBINSON, V. 1977. Contribution a l'etude de l'architecture des herbes. PhD Thése. Université des Sciences et Techniques du Languendoc-Montpellier, France. 262 pp.

KAPLAN, D.R. 2001. The science of plant morphology: definition, history, and role in modern biology.

KÄSTNER, A. 1979. Beiträge zur Wuchsformanalyse und systematischen Gleiderung von Teucrium L. II. Anatomie der Sprosse und Blätter. Flora 168: 431-467.

KELLOG, E. 2000. A model of inflorescence development. In: Monocots, Systematics and Evolution, vol. 1 (eds W.L. Jacobs & J. Everett), pp. 84-88. Csiro Publishing, Melbourne.

KLIMES, L., J. KLIMESOVA, R. HENDRIKS & J. VAN GROENENDAEL. 1997. Clonal plant architecture: a comparative analysis of form and function. In: The ecology and evolution of clonal plants (eds H. de Kroon & J. van Groenendael), pp. 1-29. Backhuys Publishers, Leiden.

KROON, H. DE & J. VAN GROENENDAEL (eds.). 1997. The ecology and evolution of clonal plants. Backhuys

KULL, K. 1995. Growth form parameters of clonal herbs. In: Consortium masingii: A festschrift for Viktor Masing (eds. Aaviksook, K., K. Kull, J. Pall & H. Trass). Scripta Botanica 9: 106-115. URL: http://www.zbi.ee/~kalevi/growth.htm: Viewed: February 22, 2002.

Linnean Society 80: 125-160.

LISCOVSKY, IRIS J. & MARÍA T. COSA. 2005. Anatomía comparativa de hoja y tallo en los representantes de Cestreae g. don (Solanaceae) de Argentina. Gayana Bot. 62(1): 33-43.

LYNCH, J. 1995. Root architecture and plant productivity. Plant Physiology 109: 7-13.

MARFENIN, N.N. 1999. The development of modular organization concept. Journal of General Biology

MARZOCCA, A. 1985. Nociones Básicas de Taxonomía Vegetal, San Jose - Costa Rica.

MAUSETH, J. 2003. Botany an introduction lo Plant Biology, University of Texas Austin. USA

MEUSEL, H. 1952. Über Wuchsformen, Verbreitung und Phylogenie einiger mediterran-mitteleuropäischen Angiospermen-Gattungen. Flora 139: 333-393.

MEUSEL, H. 1970. Wuchsformenreihen Mediterrananmitteleuropäischer Angiosperm-Taxa. Feddes Repertorium 81: 41-59.

MEUSEL, H., E. JÄGER & G. M ÖRCHEN. 1977. The study of growth-forms of higher plants in relation to application of biocide. Vegetation Science and Environmental Protection: 71-76.

MONTENEGRO, G. & R. GINOCCHIO. 1992. Modular interpretation of architecture in shrub species. Anais da Academia Brasileira de Ciencias 65: 189-202.

MOORE, K. J. & L. E. MOOSER. 1995. Quantifying developmental morphology of perennial grasses. Crop Science 35: 37-43.

MORA OSEJO , J. E. 1987. Estudios Morfológicos, Autoecológicos y Sistemáticos en Angiospermas. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá. 253-341 pp.

MOREY, P. 1977. Como crecen los arboles, Cuadernos de Biología, Ediciones Omega S.A. Barcelona — España.

MORRIS, D. W. & M. Z. MORRIS. 2003. English-Spanish dictionary of plant biology. Cambridge International Science Publishing. Cambridge. Reino Unido.

MOSTACERO, J.; MEJIA, F. Y GAMARRA, O. 2002. Taxonomía de la Fanerógamas útiles del Perú, Volumen 1 - II, Editores Normas Legales, S.A.C. CONCYTEC, Trujillo Perú.

MÜHLBERG, H. 1967. Die Wuchstypen der mitteldeutschen Poaceen. Hercynia 4: 11-50.

NIEMBRO, A. 1989. Semillas de Plantas Leñosas, Morfología Comparada, Noriega editores. México.

PANIAGUA, R.; NISTAL, M.; SESMA, P.; ALVAREZ-URÍA, M.; FRAILE, B. 1993. Citología e Histología Animal y Vegetal. Primera edición, Editorial interamericana. España.

PERRETA, M. G. & A. C. VEGETTI. 2005. Patrones estructurales en las plantas vasculares: una revisión. Gayana Bot. 62(1): 9-19.

PERRETA, M.G. 2004. Caracterización de los patrones de desarrollo en Melica L. (Meliceae - POACEAE): análisis arquitectural. PhD Tesis. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas-Universidad Nacional del Litoral, Argentina. 185 pp.

PUNTIERI, J, D. BARTHÉLÉMY, P. DE REFFYE & C. BRION. 1995. Análisis, modelización y simulación de la arquitectura de las plantas. In: Avances y aplicaciones en la región Andino-Patagónica, pp. 547-573. Actas de las IV Jornadas Forestales Patagónicas, Tomo II, San Martín de los Andes.

RAVEN, P.; EVERT, R.; EICHHORN,S. 1992. Biología de la plantas I. Editorial Reveré, España.

______________ 1992. Biología de la plantas II. Editorial Reventé, España.

REFFYE, P. DE, E. ELGUERO & E. COSTES. 1991. Growth units construction in trees: a stochastic approach. Acta Biotheoretica 39: 325-342.

REINHEIMER, R., R. POZNER & A. C. VEGETTI. 2005. Inflorescence, spikelet and floral development in Panicum maximum and Urochloa plantaginea (Poaceae). American Journal of Botany 92: 565-575.

ROOM, P.M., L. MAILLETTE & J.S. HANAN. 1994. Module, metamer dynamics and virtual plants. In: Advances in Ecological Research 25 (eds. M. Begon & A.H. Fitter), pp. 105-157. Academic Press, London.

RUA, G. & F. WEBERLING. 1998. Growth form and inflorescence structure of Paspalum L. (Poaceae: Paniceae): a comparative morphological approach. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 69: 363-431.

RUA, G. 1999. Inflorescencias. Bases teóricas para su análisis. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires. 100 pp.

SATTLER, R. & R. RUTISHAUSER. 1997. The fundamental relevance of morphology and morphogenesis to plant research. Annals of Botany 80: 571-582.

SELL, Y. & G. CREMMERS. 1994. Identification de l'unité de floraison des Marantacées. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 68: 51-59.

SIMPSON, MICHAEL G., 2006 Plant systematics. Elsevier Academic Press. Londres, Inglaterra.

SINNOT, E.; WILSON, K. 1965. Botánica, Principios y Problemas, Primera edición, Editorial Continental S.A. México.

SMITHSONIAN INSTITUTION. 1999. Manual of Leaf Architecture - morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. 65p. Washington. USA.

SOUKUP, J. 1970. Vocabulario de los nombres Vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de los Géneros, Editorial Salesiana. Lima, Perú.

STONE, B.C. 1975. Authorized translation of "An essay on the architecture and dynamics of growth of tropical trees" (eds. F. Hallé & R. A. A. Oldeman). Penerbit University, Malaya, Kuala Lumpur. 200 pp.

STRASBURGER, E. ; NOLL; E.; SCHENCK, H.; SCHIMPER, A. 1994. Tratado de Botánica, ediciones Omega. S.A. Barcelona España.

STUESSY, T. F. 2002. Morfología profunda en la sistemática de plantas. XXVIII Jornadas argentinas de botánica. La Pampa. Argentina.

TAKHTAJAN, A. 2009. Flowering Plants. Springer Science+Bussines Media. Wahington. USA

TIFFNEY, B. H. & K. J. NIKLAS. 1985. Clonal growth in land plants: a paleobotanical perspective. In: Population biology and evolution of clonal organisms (eds. J. Jackson, L. Buss & R. Cook). pp. Gayana Bot. 61(2), 2005 35-65.Yale University Press, New Haven.

TOMLINSON, P. B. 1987. Branching is a process, not a concept. Taxon 36: 54-57.

TOURN, G. M., D. BARTHÉLÉMY & J. GROSFELD. 1999. Una aproximación a la arquitectura vegetal: conceptos, objetivos y metodología. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 34: 85-99.

TROLL, W. & F. WEBERLING. 1989. Infloreszenzuntersuchungen an monotelen Familien Materialen zur Infloreszenzmorphologie. G. Fischer, Stuttgart. 490 pp.

TROLL, W. 1964. Die Infloreszenzen, Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers 1. Gustav Fischer, Jena.

VALLA. J. J. 2007. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires. Aregentina.

VILLAREAL, J. 1993. Introducción a la Botánica Forestal, Editorial Trillas, México.

VILLASEÑOR C., R. Y J. ARANCIBIA F. 2004. Apuntes de Morfologia Vegetal. Serie Manuales. Editorial Universidad de Playa Ancha. España.

WEBERLING, F. 1985. Aspectos modernos de la morfología de las inflorescencias. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 24: 1-28.

WEBERLING, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Trans. by J. Pankhurst. Cambridge University Press, Cambridge. 405 pp.

WEBERLING, F. 2005. Arquitectura de fanerógamas y periodicidad de floración – una sinopsis sobre plantas tropicales y subtropicales. Conferencia Sociedad Argentina de Botánica. Corrientes Argentina.

WHITE , J. 1979. The plant as a metapopulation. Annual Review of Ecology and Systematics 10: 109-145.

WHITE, J. 1984. Plant metamerism. In: Perspectives on plant population ecology (eds. Dirzo, R. & J. Sarukán.), pp. 15-47. Sinauer Associates, Masssachusetts.

WILSON, C.; LOOMIS, W. 1980. Botánica, Unión Tipográfica Editorial Hispano — Americana, S.A. de C.V. Mexico.